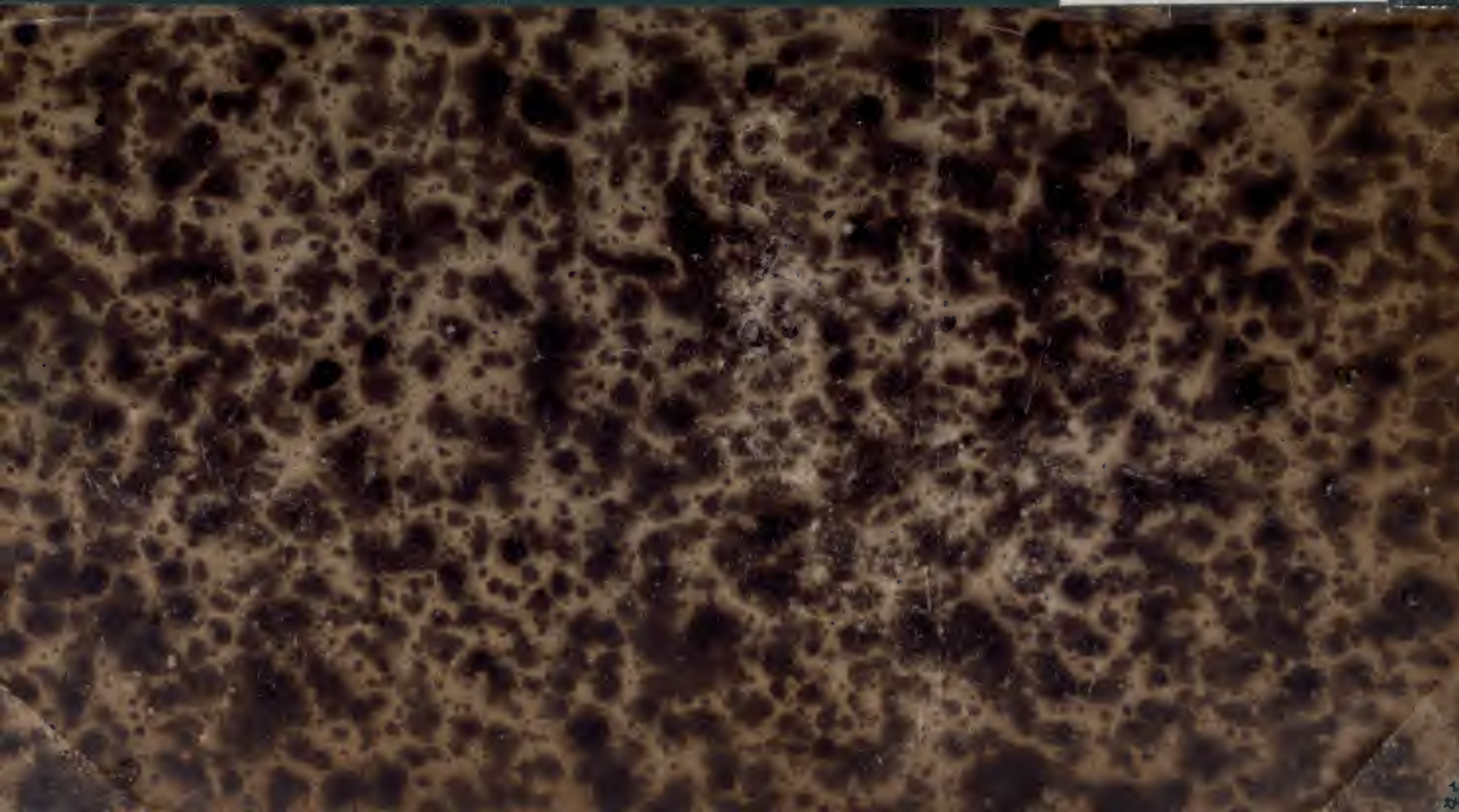
UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00467509 6



Royal Ontario Museum of Mineralogy

FROM THE LIBRARY OF
THE LATE DR. OTTO HAHN
PRESENTED BY HIS SON
PAUL HAHN ESQ., OF TORONTO

DAS

MIKROSKOP

UND DIE

MIKROSKOPISCHE TECHNIK.

EIN HANDBUCH

FÜR ÄRZTE UND STUDIRENDE

VON

DR. HEINRICH FREY,

PROFESSOR DER MEDIZIN IN ZÜRICH.

MIT 358 FIGUREN IN HOLZSCHNITT

UND PREISVERZEICHNISSEN MIKROSKOPISCHER FIRMEN.

FÜNFTE VERMEHRTE AUFLAGE.

LEIPZIG.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

QM
551
F88
1873

608310
19.5.55

Das Recht der Uebersetzung in die französische und englische Sprache haben sich Verfasser und Verleger vorbehalten.

INHALT.

Seite

Einleitung 1

Erster Abschnitt.

Die Theorie des Mikroskops 3

Zweiter Abschnitt.

Apparate zum Messen und Zeichnen 23

Dritter Abschnitt.

Das binokuläre, das stereoskopische und das Polarisationsmikroskop 32

Vierter Abschnitt.

Die Prüfung des Mikroskops 35

Fünfter Abschnitt.

Der Gebrauch des Mikroskops. Die mikroskopische Beobachtung 51

Sechster Abschnitt.

Die Präparation mikroskopischer Objekte 64

Siebenter Abschnitt.

Zusatzflüssigkeiten und chemische Reagentien. Titrirmethode 69

Achter Abschnitt.

Die Tinktionsmethoden, die Metallimprägnationen, das Trocknungs- und Gefrierungsverfahren 88

Neunter Abschnitt.

Das Injektionsverfahren 100

Zehnter Abschnitt.

Herstellung mikroskopischer Präparate. Sammlung derselben 121

Elfter Abschnitt.

Blut, Lymphe, Chylus, Schleim und Eiter 137

Zwölfter Abschnitt.

Epithelien, Nägel, Haare 151

Dreizehnter Abschnitt.

Bindegewebe und Knorpel 161

Vierzehnter Abschnitt.

Knochen und Zähne 175

Seite

Fünfzehnter Abschnitt.

Muskeln und Nerven 186

Sechzehnter Abschnitt.

Gefässe und Drüsen 223

Siebzehnter Abschnitt.

Verdauungswerkzeuge 247

Achtzehnter Abschnitt.

Pankreas, Leber, Milz 272

Neunzehnter Abschnitt.

Athemwerkzeuge 288

Zwanzigster Abschnitt.

Harnwerkzeuge 299

Einundzwanzigster Abschnitt.

Geschlechtswerkzeuge 318

Zweiundzwanzigster Abschnitt.

Sinneswerkzeuge 330

Nachträge 364

Register 365

Preisverzeichnisse mikroskopischer Firmen 390

Einleitung.

»To endeavour to discover new methods of investigation appears to me to be one of the most important duties of every observer. To communicate these to his pupils must be the desire of every teacher of any branche of natural science.«

(L. Beale. *How to work with the microscope. p.* 3.)

Seit den letzten Dezennien ist das Mikroskop, dieses Instrument, welches den Naturwissenschaften eine neue Welt des Kleinen erobert hat, zu einer allgemeinen Verbreitung gelangt. Schon aus den grossen, berühmtesten Instituten Europas geht jährlich eine bedeutende Menge derartiger Werkzeuge hervor, und nicht minder beträchtlich ist die Anzahl derselben, welche von weniger renommirten Optikern konstruirt und in den Verkehr gebracht werden. Bereits ist die Ansicht eine eingebürgerte, dass das Mikroskop für die wissenschaftlichen Bedürfnisse des Mediziners ebenso unentbehrlich sei, wie für die praktischen Stethoskop und Plessimeter.

Durch Schwann's klassische Arbeit haben wir erfahren, dass der menschliche Körper in allen Theilen von den Zellen und deren Abkömmlingen erbaut wird, und in der Zelle die letzte organisirte Einheit des thierischen Lebens kennen gelernt. Wie es auf anatomischem Gebiete unmöglich ist, die Struktur eines Körpertheiles ohne die Kenntniss dieser kleinen mikroskopischen Bausteine zu verstehen, ebenso wenig gelingt es, die physiologische Leistung zu begreifen, wollte man absehen von den Einzelleistungen dieser letzten organisirten Einheiten. Die Gesammtarbeit des Organes ist eben nur das Resultat aller jener Einzelarbeiten der Zellen, der »Elementar-Organismen«, wie man sie später bezeichnend genannt hat. In dieser Weise ist die Gewebelehre ein unentbehrliches Glied in der Reihe der anatomisch-physiologischen Wissenschaften geworden.

Gesundheit und Krankheit sind dem naiven Blicke des Menschen durch eine weite Kluft geschieden, eine Ansicht, welche auch auf wissenschaftlichem Gebiete durch so manche nosologische Systeme früherer Tage wie ein rother Faden sich hindurchzieht. Mit Recht hat man die Erkenntniss des Gegentheiles als einen grossen Fortschritt physiologischer Anschauung begrüsst. Das Geschehen im kranken Körper ist uns gegenwärtig nur eine Modifikation des normalen; dieselben physiologischen Gesetze kommen hier wie dort zur Geltung, und auch dasjenige, was in stofflicher Hinsicht im erkrankten Körper stattfindet, die Umwandlung, Auflösung und Neubildung seiner Bestandtheile, gehorcht den gleichen Gesetzen des Zellenlebens, welche uns der normale Organismus erkennen lässt. Die hohe Bedeutung der pathologischen Gewebelehre bedarf wohl keiner weiteren Erörterung, und das Instrument, durch welches die Histologie überhaupt geschaffen worden ist, keiner Empfehlung mehr.

Indessen es ist ein eigenes Ding mit den mikroskopischen Arbeiten, wie ein Theil unserer Leser bei ihren Erstlingsversuchen erfahren haben wird. Wie mancher Studirende, wie mancher Arzt hat nicht, durchdrungen von dem hohen Werthe derartiger Studien, ein Mikroskop erworben, um bald hinterher zu seinem grössten

Missbehagen einzusehen, wie wenig er es zu gebrauchen im Stande sei. Auch hier wie auf allen Gebieten menschlicher Thätigkeit ist eine Lehrzeit erforderlich, eine mühevolle Periode des Aussäens, ehe an den Segen der Ernte gedacht werden darf.

Das Mikroskop ist ein feines Werkzeug, dessen Gebrauch erlernt sein will, wie derjenige anderer komplizirter Instrumente. Die Fähigkeit, mit demselben zu sehen, muss ebenfalls erworben werden, und auch dazu bedarf es einiger Ausdauer, wenn es sich um das hier unerlässliche *sichere* Sehen handelt.

Die Kunst, zu beobachten und zu untersuchen, erfordert die Anwendung und Kenntniss vieler kleiner und darum anfangs unwichtig erscheinender Hülfsmittel. Die Zeit ist vorüber, wo man glaubte, an einem frischen Gewebestückchen durch Zerzupfen, etwa noch unter der Beihülfe von Druck und Essigsäure, feinere Texturverhältnisse ergründen zu können. Die moderne Chemie, welcher die Medizin so ausserordentlich viel verdankt, hat auch dem Mikroskopiker eine Reihe der wichtigsten Hülfsmittel geliefert. So kommen gegenwärtig bei der Untersuchung der Körpertheile Messer und Nadeln, die Injektionsspritze, die Waage, zahlreiche Reagentien und mancherlei sonstige Kunstgriffe zur Verwendung.

Nach dem eben Erwähnten werden wir begreifen, dass unsere so industrielle Epoche auf mikroskopischem Gebiete neben so vielen tüchtigen Untersuchungen auch jährlich gewisse voreilige Arbeiten zu Tage fördert, welche zeigen, wie wenig ihre Verfasser die ersten Schwierigkeiten zu bewältigen gelernt haben.

Doch, nicht um abzuschrecken, schreiben wir diesen Satz nieder; er soll vielmehr nur darauf hinweisen, dass es unerlässliche Vorbedingung jeder mikroskopischen Forschung sein muss, auf das Genaueste mit dem Gebrauche des Instrumentes und mit der ganzen Technik bekannt zu sein.

Bleibt nun auch immer die beste Schule diejenige, welche die praktische Unterweisung eines Lehrers darbietet, so ist es eben doch nicht einem Jeden vergönnt, diesen Weg des Erlernens zu gehen. Hier findet nun die Anleitung durch das geschriebene Wort ihre Stelle, und dieselbe, wenn sie anders eine zweckmässige und praktische ist, kann einen genügenden Ersatz gewähren und den Anfänger zum mikroskopischen Beobachter erziehn.

Die Literatur des Mikroskops ist schon jetzt eine ansehnliche. Treffliche umfangreiche Werke haben wir in deutscher, holländischer und englischer Sprache aufzuweisen, wie diejenigen von Mohl, Harting und Carpenter. Dagegen an kürzeren, die praktischen Bedürfnisse des Mediziners besonders berücksichtigenden Schriften fehlt es den Deutschen sehr, indem nur eine veraltete Arbeit von Vogel vorliegt. Für England hat L. Beale zwei tüchtige Hülfsbücher verfasst.

Möge unsere kleine Schrift dazu dienen, dem Studirenden und Arzte eine derartige Anleitung zu gewähren, wenigstens so lange, bis eine bessere Feder einen besseren Ersatz liefert.

Dass wir die Einrichtung des Instruments und den Gebrauch seiner einzelnen Theile vorausschicken, liegt auf der Hand, muss ja doch die Kenntniss des Werkzeuges jeder Arbeit mit demselben vorhergehen. Dass wir uns in diesem Abschnitte nur auf das Wichtigste und Unentbehrlichste beschränkt und die so schwierige, wie keineswegs in allen Punkten festgestellte optische Theorie des Mikroskops nur wenig berührt haben, glauben wir nicht rechtfertigen zu müssen. Ein anderer Theil unserer Arbeit bespricht die verschiedenen zur Zeit üblichen Untersuchungsmethoden. Ein dritter endlich bringt die Anleitung zur Erforschung der verschiedenen Gewebe und Körpertheile im gesunden und krankhaften Zustande. Im pathologischen Gebiete haben wir uns möglicherweise für einen Theil unserer Leser allzukurz gefasst. Pflegen ja doch in derartigen Schriften die Untersuchungen der Sputa, des Eiters, der Harnsedimente, der Geschwülste einen weit grössern Raum einzunehmen. Unserem Grundsatze getreu, dass die genaueste Kenntniss des normalen Verhaltens jeder Erforschung des pathologischen vorherzugehen habe, bemühten wir uns jenes zunächst zu erörtern und letzteres nach-

träglich anzureihen. Ohnehin sind die Untersuchungsmethoden krankhafter Gewebe und Körpertheile fast dieselben, wie auch jede pathologische Neubildung den Typus einer normalen Struktur mehr oder weniger wiederholt.

Aus der Literatur des Mikroskops heben wir folgende Schriften hervor:

J. Vogel, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops. Leipzig 1841. — H. v. Mohl, Mikrographie. Tübingen 1846. — P. Harting, Das Mikroskop, 2. deutsche Originalausgabe, besorgt von Theile, 3 Bde., Braunschweig 1866. — W. Carpenter, The Microscope. 4. Auflage. London 1868. — L. Beale, How to work with the Microscope. 4. Auflage. London 1867, und The Microscope in its application to practical medicine. 3. Auflage. London 1866. — H. Schacht, Das Mikroskop. 3. Auflage. Berlin 1862. — C. Nägeli und S. Schwendener, Das Mikroskop. Leipzig 1867. — L. Dippel, Das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig Bd. 1, 1867 und Bd. 2, 1869 (1872). — C. Robin, Traité du Microscope etc. Paris 1871.

Erster Abschnitt.

Die Theorie des Mikroskops.

Man hat das menschliche Auge, das wundervolle Organ, vielfach einer Camera obscura verglichen, und in der That ist dieser Vergleich ein treffender. Wie bei letzterer die Sammellinse ein umgekehrtes verkleinertes Bild im Hintergrunde des Apparates entwirft, welches von der matten Glasplatte aufgefangen wird, so erzeugt die Gesammtheit der brechenden Medien des Auges in der Tiefe desselben das nämliche umgekehrte verkleinerte Bild, welches die Nervenhaut aufnimmt.

Wohl einem jeden unserer Leser dürfte es bekannt sein, dass das Ausmaass, welches ein Gegenstand dem Auge zu besitzen scheint, von der Grösse des sogenannten Sehwinkels abhängig ist, eines Winkels, den man erhält, wenn man die korrespondirenden beiden Endpunkte des Objektes und des in dem Auge entworfenen Bildes durch gerade Linien verbindet.

Ein Blick auf Fig. 1 wird das eben Erwähnte versinnlichen. Die gekrümmte

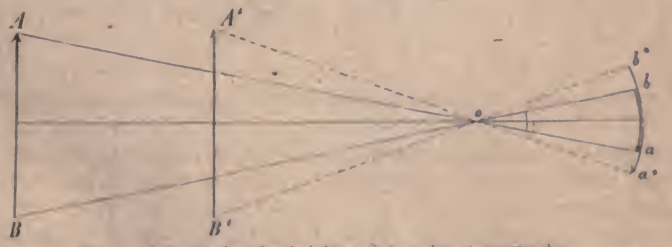


Fig. 1. Sehwinkel und scheinbare Grösse des Gegenstandes.

Linie bei *b a* stellt das in dem Grunde des Auges entworfene Bild des bei *A B* von dem Sehwerkzeug befindlichen Pfeiles dar: *a* ist durch eine Linie mit *A*, *b* durch eine zweite mit *B* verbunden. Es entsteht so der Sehwinkel $AoB = boa$. Alle Körper, deren Endpunkte die Linien *Aa* und *Bb* berühren, ergeben sich dem Auge gleich gross. Eine dicht vor das Auge gehaltene Nadel kann unter diesen Um-

ständen das gleiche Ausmaass wie eine entfernte im Freien aufgestellte hohe Stange zu besitzen scheinen. Rückt der Pfeil dem Auge näher, etwa nach A^1B^1, so entwirft er das Bild b^*a^*; es entsteht der Schwinkel A^1oB^1; der Pfeil erscheint also grösser. Sinkt der Schwinkel unter eine gewisse Kleinheit herab, so hört der Gegenstand auf sichtbar zu sein. Einen starken Draht in grosser Entfernung nimmt beispielsweise unser Auge nicht mehr wahr. Nähern wir den Draht mehr und mehr, wobei also der Schwinkel steigt, so erscheint er zunächst als feiner Faden, dann unter zunehmendem Quermesser. Kleine Gegenstände betrachtet man darum instinktmässig in einer gewissen Nähe.

Allein eine fortgesetzte Annäherung findet schliesslich auch ihre Grenze; der Draht, welchen wir eben noch deutlich sahen, wird undeutlich und zuletzt, dem Auge ganz nahe gerückt, hört er auf sichtbar zu sein.

Worauf beruht nun dieser letztere Umstand?

Es ist bekannt, dass das durch eine Sammellinse entworfene Bild eines Körpers seine Lage ändert, wenn dieser entfernt oder genähert wird. In ersterem Falle rückt jenes Bild der Linse näher, im letzteren steht es in grösserer Entfernung hinter derselben. Da nun das menschliche Auge einer Linse ähnlich wirkt und nur dann ein genaues Sehen stattfindet, wenn die von einem Punkte des Gegenstandes kommenden Lichtstrahlen so gebrochen werden, dass sie auf der Retina wieder zur Vereinigung gelangen, so würde eigentlich nur bei einer einzigen Entfernung ein scharfes Bild möglich sein. Allein die tägliche Beobachtung lehrt etwas Anderes. Wir sehen entfernte und nahe Gegenstände nach einander gleich genau. Das Auge muss also einen Korrektionsapparat in sich besitzen, um seine brechenden Medien nahen und fernen Körpern anzupassen; es akkommodirt sich, wie der Physiologe sagt.

Dieses Akkommodationsverfahren, abgesehen von allen individuellen Schwankungen, ist aber nur ein begrenztes. Das Bild des dem Auge mehr und mehr genäherten Gegenstandes fällt endlich hinter die Retina. In unserer Fig. 2 wird der bei A stehende Pfeil ein deutliches Bild ergeben, indem die von einem Punkte p ausgehenden divergenten Lichtstrahlen auf dem Punkte r der Nervenhaut des Auges zur Vereinigung gelangen.

Wird der Pfeil aber bis B dem Schwerkzeuge genähert, so ist jene Vereinigung auf der Nervenhaut nicht mehr möglich. Die von p^* austretenden Lichtstrahlen treffen erst hinter jener bei r^* zusammen.

Fig. 2. Stellung eines Gegenstandes und Vereinigung der von ihm ausgegangenen Strahlenkegel im Auge.

Sehr kleine Gegenstände werden also bei einer übermässigen Annäherung dem menschlichen Auge nicht ohne Weiteres sichtbar; es bedarf hierzu, wie wir bald sehen werden, anderer Hülfsmittel.

Man nennt die Entfernung, bei welcher ein mittelgrosser Körper von dem Auge am schärfsten wahrgenommen wird, die mittlere Sehweite. Einem normalen Auge pflegt man eine solche von 8 oder 10 Zoll oder auch von 25 Centimeter zuzuschreiben. Nahpunkt wird die grösste Annäherung genannt, bei welcher ein Objekt noch deutlich sichtbar ist. Kurzsichtige Augen gestatten eine Annäherung um einige Zoll mehr, weitsichtige finden schon früher ihre Grenze; erstere brechen stärker, letztere schwächer.

Wohl aber kann ein derartiger kleiner Körper sichtbar gemacht werden, wenn wir zwischen ihn und das Auge eine sammelnde Linse einschieben. Der Grund davon ist leicht einzusehen.

Der Punkt Fig. 3 in der Stellung bei O entwirft sein Bild erst bei r, ist also dem Auge nicht mehr wahrnehmbar. Schieben wir die Linse L, deren Brennpunkt bei F ist, dazwischen, so erhalten die Lichtstrahlen die durch die ausgezogenen Linien angedeutete Richtung, gelangen in schwacher Divergenz an das Auge und kommen auf der Nervenhaut bei R zur Vereinigung. Hier entsteht also ein deutliches Bild.

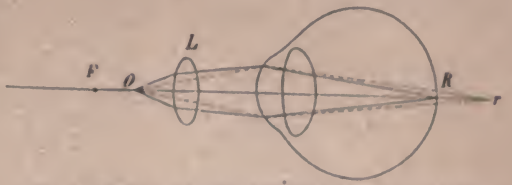


Fig. 3. Wirkung einer Sammellinse bei einem dem Auge genäherten Objekt.

Man wird bei Anwendung einer derartigen Sammellinse aber auch noch die Beobachtung machen, dass das so gewonnene Bild des Körpers in vergrösserter Gestalt zur Wahrnehmung kommt.

Worauf beruht nun dieses?

Nehmen wir an, das Objekt Fig. 4 stehe bei $A\,B$, und zwischen es und das Auge sei eine Sammellinse gebracht worden. Die von einem Punkte des Pfeiles, z. B. von A, ausgehenden Strahlenkegel lassen ihre Strahlen Ab, AC, Ac an die Linse herantreten und dieselben, mit Ausnahme des Strahles AC, werden durch die Linse gebrochen nach $b\,l$ und $c\,i$. Sie gelangen also in schwach divergenter Richtung, als ob sie von dem entfernter gelegenen Punkte A^* hergekommen seien, an das Auge und werden auf der Retina zum Punkte vereinigt.

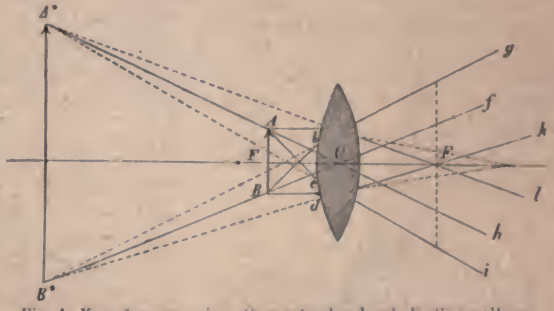


Fig. 4. Vergrösserung eines Gegenstandes durch die Sammellinse.

Dasselbe wiederholt sich für den Strahlenkegel B u. s. w.; es entsteht somit also ein umgekehrtes Bild des Pfeiles im Auge. Der Gegenstand erscheint aber dem Schwerkzeuge nicht bei $A\,B$, sondern bei $A^*\,B^*$ gelegen, also vergrössert. Um sich zu überzeugen, dass das durch eine Sammellinse gewonnene Bild immer entfernter gesehen wird, als das Objekt selbst, betrachte man den Rand eines Papierblattes durch die Linse und versuche mit einer Nadelspitze jenen Rand zu treffen. Man wird dabei regelmässig in einiger Entfernung unterhalb des Blattes die Nadelspitze hin führen.

Man pflegt derartige Sammellinsen mit dem Namen der Lupen zu versehen, so lange ihre vergrössernde Kraft nur eine schwächere bis etwa 15 und 20 ist, und so lange sie bei dem Gebrauche bequem durch die menschliche Hand geführt werden können. Ist das Vergrösserungsvermögen solcher Linsen ein stärkeres, so dass zu ihrem Gebrauche ein Gestell, welches sie trägt, nothwendig wird, so ergiebt beides vereinigt das einfache Mikroskop. Es versteht sich von selbst, dass es eine scharfe Grenze zwischen beiderlei Instrumenten nicht giebt, indem

Fig. 5. Einfacher Lupenträger von Nachet.

man auch schwache Sammellinsen an dem Stativ befestigt und mannichfache sogenannte Lupenträger existiren (Fig. 5).

Man besitzt sehr verschiedenartige Lupen, über welche wir auf ausführlichere Schriften verweisen müssen. Ihr Werth und ihre Anwendung für die Naturforschung sind ebenfalls allzubekannt, als dass wir nöthig hätten, davon weiter zu sprechen. Eine gute, etwa 10—15 Mal vergrössernde Lupe ist unentbehrlich.

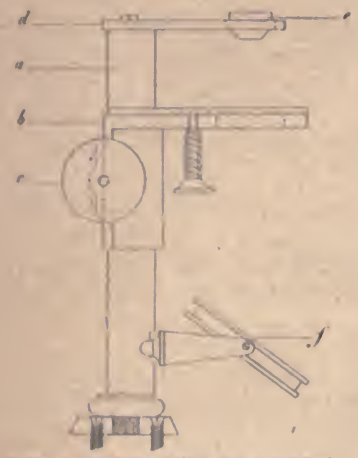


Fig. 6. Einfaches Mikroskop von Plössl.

Das einfache Mikroskop von Plössl in Wien erblicken wir in Fig. 6. Eine metallene Stange (*a*) trägt in halber Höhe eine im Zentrum durchbohrte horizontale Platte, den sogenannten Tisch des Mikroskops (*b*). Dieser kann durch das Triebwerk (*c*) höher und tiefer gestellt werden. Zur Erleuchtung des auf der Tischplatte ruhenden Untersuchungsobjektes dient der unterhalb jener angebrachte bewegliche Spiegel (*f*). Will man den Gegenstand nicht bei durchfallendem, sondern bei auffallendem Lichte, nach der Art unseres gewöhnlichen Sehens, durchmustern, so wird der Spiegel ausser Wirksamkeit gesetzt oder eine undurchsichtige Platte auf den Tisch gelegt. Der am oberen Ende der Stange befindliche horizontale Arm (*d*) trägt das vergrössernde Glas, die Linse (*e*). Sie kann aus der Oeffnung des Armes herausgenommen und durch eine andere ersetzt werden.

Ebenfalls eine ganz zweckmässige Form besitzt das einfache Mikroskop von Nachet in Paris (Fig. 7). Die Bewegung geschieht durch ein Triebwerk, welches die Linse höher oder tiefer stellt, im Gegensatze zum Plössl'schen Stativ, wo der Tisch auf- und niedergeht. Zwei herabgebogene Ansatzplatten an letzterem dienen zum Auflegen der Hände bei der Präparation. Zur Fixirung des Objektes besitzen beide Instrumente Klammern auf dem Tisch.

Fig. 7. Einfaches Mikroskop von Nachet.

Das einfache Mikroskop ist als Präparirinstrument noch heutigen Tages dem Naturforscher ein ganz unentbehrliches Werkzeug. Es kommt jedoch für wissenschaftliche Untersuchungen gegenwärtig wenig oder gar nicht mehr zur Verwendung.

Verbindet man die vergrössernde Linse des einfachen Mikroskops mit einer darüber befindlichen Röhre, so wird, wenn der Gegenstand sich etwas ausserhalb des Brennpunktes der Linse befindet, von jenem im Innern der Röhre ein vergrössertes umgekehrtes Bild entworfen. Wir können aus Fig. 8 dieses Verhältniss leicht ersehen. Verbinden wir die Linse *L* mit einem Trichter, dessen Diameter von e^* nach d^* reicht, so können wir an dieser Stelle durch eine matte Glasplatte das Bild auffangen.

Wird dieses Luftbild durch eine Sammellinse abermals vergrössert, so erhalten wir das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop. Die Verschiedenheit beider Instrumente beruht also darin, dass wir durch das einfache Mikroskop den Gegenstand selbst, durch das zusammengesetzte dagegen das vergrösserte verkehrte Bild des Gegenstandes erblicken. Unsere Fig. 8 kann uns so in einfachster Form das zusammengesetzte Mikroskop versinnlichen. Die in der

Höhe von c^* d^* vereinigsten Strahlenkegel c^* a^* b^* erreichen divergirend die obere Linse und gelangen durch diese gebrochen unter schwacher Divergenz zum menschlichen Auge. Zugleich aber finden wir, dass die von den Endpunkten d und e des Pfeiles ausstrahlenden Lichtkegel zwar in d^* und e^* zur Vereinigung kommen, aber nicht mehr von der oberen Linse übersehen werden. Wir überblicken also in unserem Beispiele nur die Länge b—c des Pfeiles. Ein kleinerer, in diese Dimensionen eingegrenzter Pfeil (s. Fig. 8 unten) würde dagegen ganz zur Wahrnehmung gelangen. Die punktirten Linien, welche nach c^{**} und b^{**} leiten, die Verlängerungen der durch die obere Linse gebrochenen Strahlen, ergeben zugleich die scheinbare Grösse, unter welcher wir den Pfeil $b\,c$ erblicken.

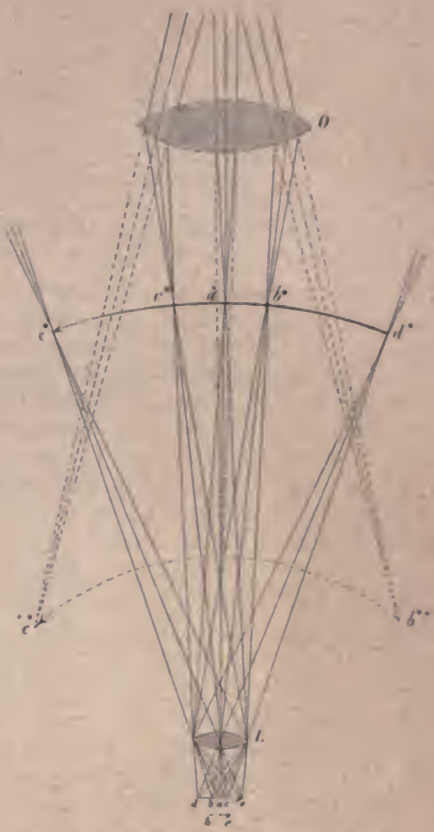


Fig. 8. Das zusammengesetzte Mikroskop in vereinfachter Gestalt.

Noch in einer Hinsicht bedarf das Bild des Pfeiles c^* a^* b^* einer Erörterung, indem es gekrümmt erscheint, während der Pfeil selbst geradlinig ist. Halten wir fest, dass der Vereinigungspunkt eines Strahlenkegels in Folge der Annäherung weiter hinter die Linse zurückfällt, als derjenige eines entfernteren, und bedenken wir, dass b und d, c und e weiter vom optischen Mittelpunkte der Linse abstehen als a, so wird schon hieraus eine Wölbung der Bildfläche begreiflich.

Die Kenntniss vergrössernder Gläser und die Kunst, sie zu schleifen, besassen schon das Alterthum und das frühe Mittelalter. Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops fällt dagegen in eine beträchtlich spätere Epoche. Es unterliegt wohl keinem Zweifel mehr, dass ein einfacher holländischer Brillenschleifer, Zacharias Janssen in Middelburg, wahrscheinlich um das Jahr 1590 das erste derartige Instrument hergestellt hat. Ohne hinreichende Begründung sind von anderen Seiten der Niederländer Cornelius Drebbel, Galilei und ein anderer Italiener, Fontana, als Entdecker genannt worden. Mit gewohnter Sorgfalt hat vor Jahren Harting diese Erfindungsfrage untersucht.

Die ältesten zusammengesetzten Mikroskope waren aber sehr unvollkommene, mit den grössten optischen Mängeln behaftete Instrumente. Jene Unvollkommenheiten machten sich schon bei schwächeren Vergrösserungen fühlbar genug und erreichten in rascher Progression bei etwas stärkeren Gläsern eine solche Ausdehnung, dass das Ganze geradezu unbrauchbar wurde.

Um dieses einzusehen, müssen wir uns einige bekannte Sätze der Dioptrik in das Gedächtniss zurückrufen.

Mit dem Namen des Oeffnungswinkels der Linse bezeichnet man den Winkel, welcher durch den Fokus und die beiden Endpunkte des Linsendurchmessers erhalten wird. So ist $g\,f\,h$ der Oeffnungswinkel unserer Fig. 9. Nur so lange dieser Winkel klein bleibt, gelangen die Rand- und Zentralstrahlen wirklich

in einem Punkte wieder zur Vereinigung (was wir bisher der grösseren Einfachheit wegen immer ohne Weiteres angenommen hatten). Ist der Oeffnungswinkel grösser, so erfahren nur die der Axe (*A*) parallel nahe durch die Mitte der Linse tretenden Lichtstrahlen (*B B*) die Vereinigung in dem Brennpunkte *F*, während die dem Linsenrande näher verlaufenden Strahlen (*CC*) eine stärkere Brechung erleiden und schon in *f* ihren Brennpunkt finden. Man bezeichnet diese Eigenthümlichkeit der Brechung mit dem Namen der sphärischen Aberration.

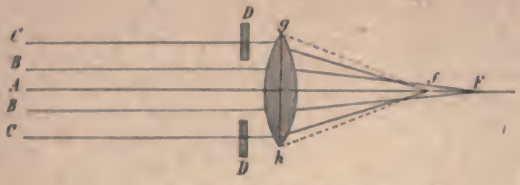


Fig. 9. Sphärische Aberration.

Fangen wir mit einer solchen Linse das Bild eines kleinen leuchtenden Körpers auf, so erhalten wir in *F* das durch die Zentralstrahlen entworfene Bild. Dasselbe ist aber nicht scharf, sondern von einem Lichthofe umgeben, welchen die wieder divergenten Randstrahlen liefern. Bringen wir eine von kreisförmiger Oeffnung durchbohrte dunkle Scheibe, eine sogenannte Blendung *D D* an, so gewinnen wir, indem die Randstrahlen wegfallen, ein zwar deutliches, aber lichtschwaches Bild bei *F*; ebenso bei *f*, wenn wir die Zentralstrahlen abblenden und somit den Randstrahlen allein den Durchgang durch die Linse gestatten. Jene ringförmigen Blendungen finden zur Verbesserung der Bilder in der praktischen Optik die grösste Verwendung.

Wir reihen hier sogleich noch einen andern, für die Theorie des Mikroskops wichtigen Effekt dieser sphärischen Aberration an. Gelangen an einer Sammellinse von grösserem Durchmesser sehr schmale Strahlenkegel (wie es bei dem Okular *O* Fig. 8 der Fall ist), so werden die den Randtheil der Linse durchsetzenden nothwendigerweise eine stärkere Brechung erfahren, als die inneren. Die peripherischen Bildpunkte werden demnach einander näher als die Innenpartien erscheinen müssen. Ein Drahtnetz Fig. 10 ergiebt ein Luftbild, wie es Fig. 11 versinnlicht. — Betrachten wir durch eine derartige Lupe das quadratische

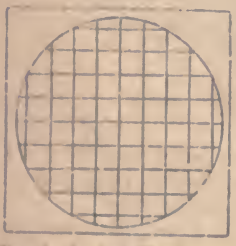


Fig. 10. Quadrat. Maschennetz.

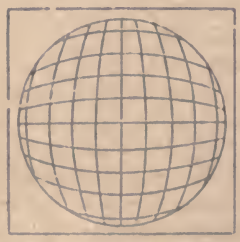


Fig. 11. Bildverzerrung.

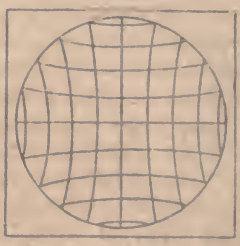


Fig. 12. Bildverzerrung.

Maschenwerk, so erhalten wir gerade entgegengesetzt ein Scheinbild nach Art unserer Fig. 12. In beiden Fällen entsteht also eine Bildverzerrung.

Ein zweiter, nicht minder fühlbarer Uebelstand bei dem Gebrauche derartiger Linsen ist die sogenannte chromatische Aberration derselben. Ein Strahl weissen Lichtes Fig. 13 *B* oder *C* wird beim Durchtritt durch eine Sammellinse nicht als ein Ganzes gebrochen, sondern in Strahlen von verschiedener Farbe zerlegt, welche in der Richtung der Brechungsebene eine verschieden starke Ablenkung erleiden und so einen Fächer bilden, an dessen einem Rande der am stärksten gebrochene violette (*v*), an dem andern der am schwächsten abgelenkte rothe Lichtstrahl (*r*) erscheint.

Fig. 13. Chromatische Aberration.

Nach dem eben Besprochenen ergiebt sich, dass wir mit gewöhnlichen konvexen Glaslinsen den Gegenstand nicht scharf abgegrenzt und umgeben von farbigen Säumen erblicken. Beide Uebelstände nehmen mit der stärkeren Krümmung der Linsen rasch zu. Die alten Mikroskope lieferten darum sehr lichtschwache, ungenügend begrenzte und von Farbensäumen umhüllte Bilder. Das durch eine mangelhafte Objektivlinse entworfene Bild erfuhr durch ein gleichfalls mangelhaftes Okularglas eine weitere Vergrösserung.

Achromatische Linsen sind in der Gegenwart an die Stelle der alten unbrauchbaren Gläser getreten. Man bezeichnet mit diesem Namen solche, bei welchen die Brennpunkte der verschiedenfarbigen Lichtstrahlen zusammenfallen, die also mit andern Worten die Gegenstände frei von Farbensäumen zeigen.

Bei den einzelnen brechenden Medien gehen nämlich, wie man seit längerer Zeit weiss, Brechungsvermögen und Farbenzerstreuung einander nicht parallel. Das eine Medium giebt bei gleichem Brechungsvermögen eine stärkere Ablenkung der farbigen Strahlen als ein anderes. In dieser Weise verhalten sich zwei verschiedene Glassorten zu einander, das Crownglas und das (bleihaltige) Flintglas. Dem letzteren kommt ein beträchtlich stärkeres Farbenzerstreuungsvermögen zu, als dem ersteren.

Verbindet man (Fig. 14) eine bikonvexe Crownglaslinse mit einer plankonkaven Flintglaslinse (indem man beide gewöhnlich durch Kanadabalsam an einander kittet), so gewinnen wir eine Kombination, wo die durch die sammelnde Crownglaslinse erzielte Brechung durch die zerstreuend wirkende Flintglaslinse zwar vermindert, aber nicht aufgehoben wird. Zugleich aber kann die in der Crownglaslinse entstandene Farbenzerstreuung (rr) durch die entgegengesetzte der Flintglaslinse wieder ausgeglichen werden, so dass die violetten und rothen Lichtstrahlen genau im mittleren Brennpunkte der Linse, bei F, zusammentreffen. Hier wird also entweder ein farbloses Bild entstehen, oder dieses wird seine natürlichen Färbungen besitzen.

Fig. 14. Achromatische Linse.

Zugleich bietet eine solche Verbindung auch das Mittel dar, die sphärische Aberration wesentlich zu verbessern.

Man pflegt eine Doppellinse, bei welcher sowohl die sphärische, als die chromatische Aberration aufgehoben sind, eine aplanatische zu nennen. Allein in Wirklichkeit lässt sich weder die sphärische Aberration vollständig beseitigen (aus Gründen, auf welche einzutreten uns hier zu weit führen würde), noch die chromatische; denn wenn es auch gelingt, die violetten und rothen Grenzstrahlen zu einer Vereinigung zu bringen, so gestaltet sich doch das Verhältniss der Dispersion bei all den verschiedenen farbigen Strahlen des Spektrum niemals vollständig gleich.

Sind also auch bei einer Doppellinse die violetten und rothen Lichtstrahlen zu einer Vereinigung gelangt, so werden doch die Ränder des Bildes noch Spuren der unvereinigten mittleren Strahlen des Spektrum erkennen lassen. Die Ränder

erscheinen grünlich gelb. Man pflegt deshalb bei der Konstruktion mikroskopischer Doppellinsen der Flintglaslinse ein geringes Uebergewicht zu geben, um einen dem Auge angenehmeren bläulichen Schimmer zu gewinnen, und nennt die Doppellinse alsdann überverbessert. Unterverbessert heisst eine Doppellinse, bei welcher ein röthlicher Saum zu sehen ist.

Wie man in Hinsicht der Farbenzerstreuung von einer Ueber- und Unterverbesserung spricht, wird die gleiche Ausdrucksweise auch bei der Korrektion der sphärischen Aberration verwendet.

Während die Entdeckung des Achromatismus schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zur Herstellung verbesserter Fernröhre führte, schreckte die Kleinheit der Objektive die Mikroskopverfertiger ab, denselben Versuch auch an diesen zu wagen.

Nach den Angaben Harting's stellte in sehr genügender Weise im Jahre 1807 der Holländer Hermann van Deyl das erste achromatische Mikroskop her. Vier Jahre später lieferte der berühmte Optiker Fraunhofer in München achromatische Instrumente. Im Jahre 1824 wurden unter Anleitung Selligue's durch die beiden Chevalier in Paris zum ersten Male mehrere achromatische Objektive mit einander zu einem Linsensysteme verbunden. Unsterbliche Verdienste auf dem Gebiete der Mikroskopverbesserung erwarb sich dann der Italiener Amici in Modena. Ihm folgten in würdiger Nacheiferung andere Optiker, unter welchen wir für die vierziger Jahre nur Plössl in Wien, Schiek in Berlin und Oberhäuser in Paris hervorheben wollen. Bald war das Werkzeug ein eben so brauchbares und vollkommenes geworden, wie das des 18. Jahrhunderts unbrauchbar und mangelhaft genannt werden musste. Die grosse glänzende Anfangsepoche der neueren Mikroskopie fällt mit diesen Verbesserungen des Instrumentes zusammen. Manches an nachhaltigen und wichtigen Vervollkommnungen hat allerdings auch die jüngste Vergangenheit aufzuweisen, wie wir später sehen werden.

Indessen kehren wir zur Einrichtung unsers Instrumentes zurück!

Werfen wir einen Blick auf Fig. 8, so wird das jetzt durch eine achromatische Linse erzielte Bild des Pfeiles zwar frei von Farbensäumen und in der sphärischen Aberration wesentlich verbessert erscheinen können, aber die Krümmung und Verzerrung desselben, sowie die Kleinheit des Sehfeldes, d. h. der mit dem Okularglase zu übersehenden Fläche, werden vor wie nach geblieben sein.

Unter den Hülfsmitteln, welche zur weiteren Korrektion angewendet werden, ist eins ein sehr altes, nämlich die Einfügung einer neuen Sammellinse in das Rohr des Mikroskops (Fig. 15). Diese (C) steht zwischen der Objektive (L) und dem Okular (O), so jedoch, dass sie sich unterhalb der Vereinigungsstelle ($c^*a^*b^*$) der von der Objektivlinse gebrochenen Strahlenkegel des Gegenstandes (bac) befindet.

Die vortheilhafte Wirkung einer derartig eingeschobenen sammelnden Linse, eines Kollektivglases, äussert sich nun nach mehreren Seiten hin. Zunächst werden die von den Punkten b und c des Pfeiles ausgetretenen Lichtkegel durch dieselbe nach der Axe zu gebrochen, wie die Zeichnung ohne Weiteres lehrt. Ohne das Sammelglas würde das Bild bei $c^*a^*b^*$ entworfen worden sein, viel zu ausgedehnt, um von der Okularlinse übersehen zu werden. Jetzt entwirft sich ein zwar weniger grosses Bild, aber ein den ganzen Pfeil umfassendes bei $c^{**}a^{**}b^{**}$. Zweitens nimmt die Helligkeit des Bildes durch die Kollektive zu, indem die sämmtlichen Strahlen, welche ohne eine Sammellinse das Bild $c^*a^*b^*$ ergeben hätten, jetzt auf dem kleineren Raume des Bildes $c^{**}a^{**}b^{**}$ zur Vereinigung gelangen. Drittens kann ein solches Kollektivglas in Verbindung mit dem Okular zur weiteren Verbesserung der sphärischen und chromatischen Aberration dienen. Viertens — und hierin liegt ein grosser Vortheil — vermag die Kollektive die Verzerrung des Bildes und die hiermit zusammenfallende ungleiche Vergrösserung der verschiedenen Theile des Sehfeldes zu beseitigen. Wie wir nämlich schon

erfahren haben, erleiden die den Randtheil jener Linse passirenden Strahlenkegel vermöge der sphärischen Aberration eine stärkere Brechung als die inneren, der Axe benachbarteren, und die peripherischen Bildpunkte rücken demgemäss einander näher (Fig. 11). Indem nun die zur Betrachtung des Luftbildes $c''a''b''$

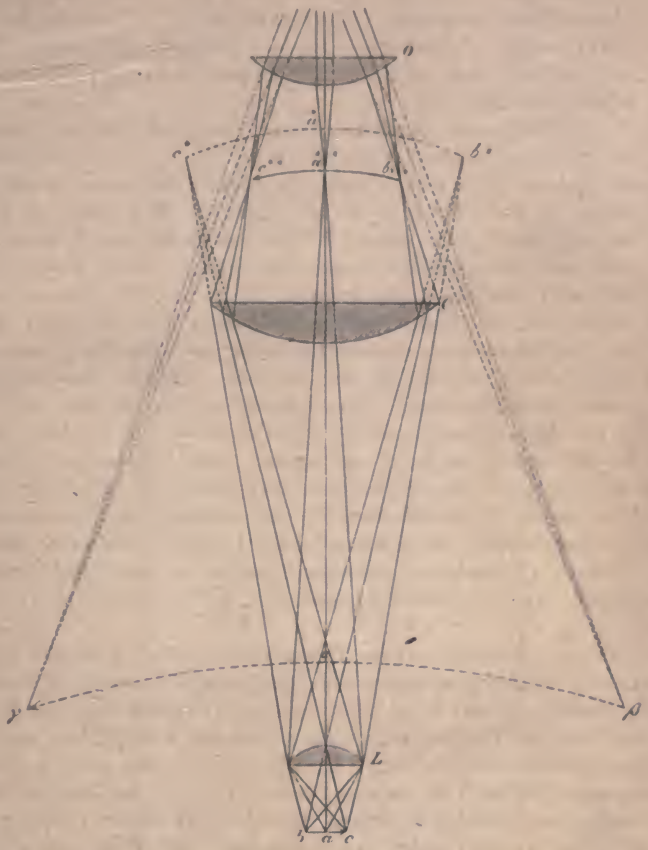


Fig. 15. Das zusammengesetzte Mikroskop mit einer Kollektivlinse.

bestimmte Okularlinse bei ihrem ansehnlichen Durchmesser gerade den entgegengesetzten Effekt übt (Fig. 12), wird eine richtige Verwendung von Okular- und Kollektivglas die Ausgleichung ergeben können (Fig. 10).

Jene verschiedenen und zum grössten Theile hochwichtigen Vortheile, welche die Anbringung einer Kollektivlinse gewährt, machen es begreiflich, dass an keinem zusammengesetzten Mikroskop der Gegenwart dieses sammelnde Glas mehr vermisst wird, dass es vielmehr zum integrirenden Bestandtheile aller seiner Kombinationen geworden ist.

Schon oben haben wir bemerkt, dass man seit dem Jahre 1824 die einzelnen achromatischen Doppellinsen mit einander zu sogenannten Linsensystemen verbindet. Auch damit erzielt man mehrfache Vortheile. Einmal ist es sehr schwer, eine aus Crown- und Flintglas bestehende Doppellinse mit kurzer Brennweite herzustellen, während mehrere schwächere, die weit leichter zu verfertigen sind, mit einander verbunden, dieselbe Vergrösserung ergeben, als jenes einfache Objektiv. Dann lässt sich, wie wir früher fanden, durch die Vereinigung einer

einzigen Crown- und Flintglaslinse die sphärische und chromatische Aberration zwar sehr wesentlich verbessern, aber nicht gänzlich entfernen (wobei man jedoch immer eine kleine Oeffnung der Linse geben muss). Durch eine passende Verbindung mehrerer Doppellinsen, wo die Aberrationen der einen Linse zur Korrektion der entgegengesetzten einer andern benutzt werden, erzielt man noch eine weitere beträchtliche derartige Verbesserung, kann einen viel grösseren Oeffnungswinkel anbringen, und erhält dann auf diesem Wege die sehr verbesserten Linsensysteme unserer heutigen Mikroskope. Bei diesen sind entweder nur zwei oder mindestens drei Doppellinsen mit einander verbunden (Fig. 16).

Fig. 16. Ein achromatisches Linsensystem und dessen Oeffnungswinkel.

Die früheren Optiker bezeichneten gewöhnlich die einzelnen Doppellinsen mit einer Zahlenreihe, 1, 2, 3—6, wobei die schwächste die niedrigste Ziffer trug, und schraubten dieselben zu einem Systeme (z. B. 1. 2. 3. bis 4. 5. 6) zusammen. Man kam auf diesem Wege allerdings mit einer mässigen Zahl von Einzellinsen dahin, eine Reihe von Systemen zu bilden; aber zwei Dinge, welche von hoher Wichtigkeit sind, die genaue Zentrirung, (d. h. das Zusammenfallen der optischen Axen der Linsen zu einer einzigen geraden Linie) und die richtige Entfernung der einzelnen Linsen von einander, konnten nicht so genau sich gestalten, als da, wo diese bleibend mit einander zum Systeme verbunden sind. Man hat deshalb der letzteren Einrichtung mit vollem Rechte den Vorzug gegeben und sollte überhaupt die erstere, obgleich sie die wohlfeilere ist, gar nicht mehr anbringen. Die bleibenden Systeme werden dann wiederum von den Optikern verschieden bezeichnet, entweder mit nach der Stärke der Kombination steigenden Zahlen oder mit einer Buchstabenreihe. Eigenthümlich ist die Ausdrucksweise der englischen Optiker. Sie reden von $^1/_4$-, $^1/_8$-, $^1/_{12}$-, $^1/_{25}$-zölligen Linsenkombinationen, indem sie die Vergrösserungen ihrer Systeme derjenigen einer einfachen Linse mit $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{12}$, $^1/_{25}$ Zoll Brennweite gleich setzen.

Die Verbindung der drei achromatischen Linsen mit einander geschieht so, dass die stärkste, kleinste Linse nach unten, die schwächste nach oben kehrt (Fig. 16). Man erreicht hierbei einmal eine etwas grössere Brennweite, und dann kann man den Linsen solche Oeffnungen geben, dass die sämmtlichen von der untern Linse aufgenommenen Strahlen eines Lichtkegels (*c a b*) auch durch die ganze Linsenkombination hindurch zu treten vermögen. Nur auf diesem Wege ist es möglich gewesen, den Objektivsystemen den oben erwähnten höheren Oeffnungswinkel zu verleihen, welcher natürlich die Helligkeit des Bildes erhöhen muss und ausserdem, wie wir später sehen werden, auch das sonstige Leistungsvermögen der Kombination bedeutend steigert.

Das gewöhnliche Okular unserer Mikroskope (Fig 17. *O*), auch das Huygens'sche oder negative Okular genannt, besteht aus einer bald längeren, bald kürzeren Röhre, welche am oberen Ende die plankonvexe Okularlinse (*A*) trägt, deren ebene Fläche dem Auge des Beobachters zugekehrt ist, während an das untere Ende mit gleichfalls nach abwärts gerichteter Wölbung die plankonvexe Kollektivlinse (*C*) angeschraubt wird. Das Luftbild (*P'*) fällt, wie wir gesehen haben, hier zwischen Kollektiv- und Okularglas. Man giebt einem jeden Mikroskop mehrere solcher Okulare von verschiedener Stärke bei und bezeichnet dieselben mit Zahlen. Mit der Vergrösserungskraft des Okulars rückt dessen Sammellinse dem oberen Glas näher, das Objekt wird kürzer. — Eine andere Form des Okulars heisst das Ramsden'sche oder positive. Bei ihm sind ebenfalls zwei plankonvexe Linsen vorhanden; dieselben kehren aber ihre Wölbungen einander zu und liegen näher beisammen. Das Bild fällt hier nicht zwischen Kollektiv- und Okularglas, sondern liegt in einer geringen Entfernung unterhalb der Kollektivlinse. Es ist letzteres Okular im Uebrigen wenig in Gebrauch gekommen.

Eine Modifikation des negativen oder HUYGENS'schen Okulars stellt mit bikonvexem Kollektivglas das sogenannte orthoskopische von KELLNER dar. Es bietet uns ein sehr grosses und von Bildverzerrung freies Gesichtsfeld, ohne jedoch, was ich mit HARTING annehmen muss, die sonstige optische Leistung fühlbar zu erhöhen.

Ein sehr starkes neues Okular, Oculaire holostère, hat HARTNACK kürzlich konstruirt. Es besteht aus einem einzigen kegelförmigen Glasstück nach Art der CODDINGTON'schen Lupe und vergrössert etwa 10 Mal. Erhebliche Vortheile hat es mir bisher indessen nicht dargeboten.

Man hat vorgeschlagen, das HUYGENS'sche Okular in sphärischer und chromatischer Aberration möglichst fehlerfrei herzustellen, es aplanatisch zu machen und so mit einem aplanatischen Objektivsysteme zu verbinden. Solche aplanatische Okulare findet man auch bei manchen Instrumenten. Ihre Vergrösserung ist eine schwache und ihr Sehfeld ein kleines.

Die gebräuchliche Einrichtung ist eine andere. Sie besteht darin, keineswegs ganz aplanatische Okulare anzuwenden, sondern vielmehr mittelst der am Okular vorhandenen Aberrationen die entgegengesetzten Aberrationen des Linsensystems zu korrigiren. Man verbindet in chromatischer (und auch wohl sphärischer) Aberration etwas überkorrigirte Objektive mit unterkorrigirten Okularen. Eine möglichst aplanatische Linsenkombination würde dagegen, mit einem der gewöhnlichen Okulare verbunden, wiederum ein mangelhaftes Bild entwerfen. Während daher für die Lupe und das einfache Mikroskop aplanatische Linsen erforderlich sind, beruht die Kunst bei der Herstellung eines zusammengesetzten dioptrischen Mikroskops gerade darin, Aberrationen des Objektivsystems durch die entgegengesetzten des Okulars aufzuheben und erst so ein fehlerfreies Bild zu gewinnen, in ähnlicher Weise wie nach dem schon früher Bemerkten die eine Doppellinse eines aplanatischen Linsensystems durch die andere korrigirt wird.

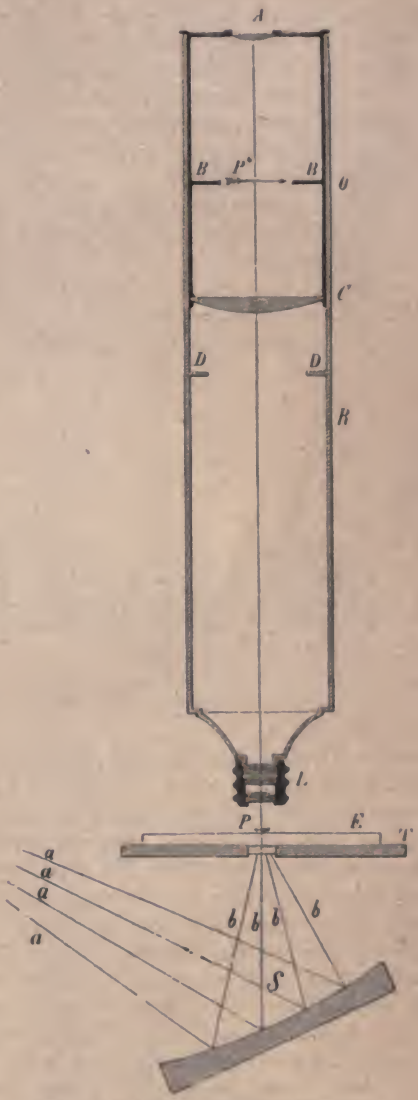


Fig. 17. Das zusammengesetzte Mikroskop.

Bei den Okularen ist die Entfernung der Kollektive von der Okularlinse von Wichtigkeit. Nähert man das erstere Glas dem letzteren, so wird das Luftbild grösser, im letzteren Falle kleiner. Die beiden Gläser eines Okulars werden in der Regel von den Optikern in eine feste Stellung gebracht; sie wählen diejenige aus, welche die vortheilhafteste Wirkung ergiebt. Auch die Länge der Mikroskop-

röhre, welche zunehmend die Stärke der Vergrösserung steigert, ist für die vortheilhafte vereinte Wirkung von Okular- und Objektivsystem von Bedeutung. Ein höherer Grad von Ueberverbesserung der Linsenkombination erlaubt eine geringere Verlängerung des Mikroskoprohres als ein schwächerer.

Zu den erwähnten optischen Verhältnissen gesellt sich noch ein anderes Moment, dessen Kenntniss man Amici verdankt, und welchem man gegenwärtig denn auch die nothwendige Aufmerksamkeit schenkt, während es lange Zeit hindurch gänzlich ignorirt worden ist. Es ist dieses die Dicke der Glasplättchen, womit man bei der mikroskopischen Untersuchung den Gegenstand zu bedecken pflegt. Diese Dicke der Deckgläschen wirkt namentlich bei starken Linsensystemen auf die Schärfe des Bildes bedeutend ein. Ein Gegenstand, welcher unbedeckt oder mit einem ganz dünnen Glasplättchen ein scharfes Bild liefert, gewinnt bei Anwendung einer dickern Platte etwas Trübes, Nebelhaftes, die Erkennbarkeit der Einzelheiten nimmt ab. Umgekehrt verlangen viele Linsensysteme erst ein Deckglas, um die volle Wirkung zu äussern.

Worin beruht nun dieser Einfluss des Deckglases, und welches sind die Mittel, ihn zu korrigiren?

Es sei Fig. 18 P eine dicke Glasplatte und a ein leuchtender Punkt, von welchem ein Strahlenkegel ausgeht. Die Strahlen desselben werden beim Eintritt in das Glas verschieden stark gebrochen, am stärksten die am schiefsten auffallenden äusseren af und ag nach ff^* gg^*, weniger die mittleren ad und ae, noch schwächer die inneren ab und ac. Beim Austritte aus dem Glase werden die äussersten in der Richtung von $f^* f^{**}$ und $g^* g^{**}$, die mittleren in der von $d^* d^{**}$ und $e^* e^{**}$, sowie die innersten nach $b^* b^{**}$ und $c^* c^{**}$ gebrochen. Das Auge wird also die leuchtende Stelle näher in dem Glase zu sehen glauben, und statt eines leuchtenden Punktes werden eine Reihe über einander gelegener Punkte, h für die Strahlen b und c, i für d und e, k für f und g vorhanden zu sein scheinen. Haben wir statt eines Punktes ein Objekt, so wird dieses den Eindruck machen, als ob es aus einer Reihe über einander gelegener Bilder bestände. Wir erhalten also einen ähnlichen Effekt wie bei der sphärischen Aberration, und zwar in einem mit der Stärke des Deckgläschens zunehmenden Grade. Es wird also begreiflich sein, wie ein derartiger Gang der Lichtstrahlen das Bild, welches ein Linsensystem von einem unbedeckten Gegenstande gut liefert, benachtheiligen muss; ebenso wird ein mittelst eines bedeckten Probeobjektes von dem Optiker konstruirtes System nur bei Benutzung dieser Deckplatte seine volle Wirkung entfalten können. Schwache Linsenkombinationen zeigen diesen Einfluss der Deckgläschen allerdings nur in geringem Grade, starke dagegen in sehr fühlbarer Weise.

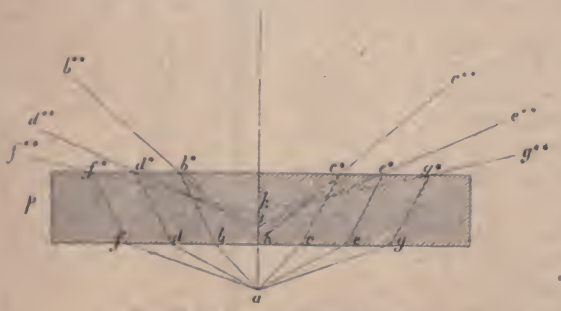


Fig. 18. Wirkung des Deckgläschens.

Man kann durch ein Verändern der Länge des Mikroskoprohres, ebenso des Abstandes von Okularlinse und Kollektivglas, diesem Einflusse der Deckgläschen begegnen. In praktischer Hinsicht empfehlenswerth ist es, das Linsensystem nur mit Verwendung der passenden Deckgläser zu benutzen und sich für jedes System seine besonderen Glasplättchen zu halten.

Noch einen anderen Weg hat man in neuerer Zeit mehr und mehr eingeschlagen. Durch Stellungsveränderungen der einzelnen Linsen einer Kombination kann man nämlich diese Wirkung der Deckgläschen ebenfalls aufheben und so ein

und dasselbe Linsensystem bei unbedeckten Gegenständen und bei solchen, die verschieden dicke Plättchen tragen, verwenden. Man hat zu diesem Zwecke die einzelnen Doppellinsen eines Systems durch eine feine Schraube verstellbar eingerichtet, so dass der Beobachter selbst jeden Augenblick die nothwendige Veränderung vorzunehmen im Stande ist. Man nennt solche Kombinationen Linsensysteme mit Korrektionsapparat. Sie sind natürlich theurer als gewöhnliche Systeme und erfordern bei ihrer Benutzung eine gewisse Uebung und einigen Zeitaufwand, können aber bei sehr starken Vergrösserungen kaum entbehrt werden.

Regel ist es, dass mit zunehmender Dicke des Deckgläschens die einzelnen Linsen des Systems einander mehr genähert werden müssen, während umgekehrt für sehr dünne Platten eine grössere Entfernung erfordert wird. Bei dem Fig. 19 abgebildeten Systeme mit Korrektionsapparat giebt ein kleiner Metallschieber auf- und absteigend die verschiedenen Linsenstellungen an.

Fig. 19. Achromatisches Linsensystem mit Korrektionsapparat.

Wir sind jetzt, nachdem wir Linsensystem und Okular kennen gelernt haben, im Stande, die Konstruktion eines modernen zusammengesetzten Mikroskops näher in das Auge zu fassen.

Von höchster Wichtigkeit ist der optische Theil desselben, von weit untergeordneter Bedeutung dagegen die Einrichtung des Stativs. Gute Linsensysteme, mit passenden Okularen an einem sehr unvollkommenen Gestell befestigt, werden den Beobachter befähigen, subtile Strukturverhältnisse zu erkennen, welche einem Andern, der mit einem trefflichen Mechanismus einen mangelhaften optischen Apparat verbindet, verborgen bleiben. Indessen, abgesehen von mühsamer Handhabung, greifen dürftige, unvollkommene Stative denn doch in die optischen Leistungen eines Mikroskops mittelbar nachtheilig ein, indem sie nicht gestatten der Beleuchtung die nothwendigen Modifikationen zu ertheilen.

Jedes Instrument der Gegenwart erfordert mehrere, am besten bleibend verbundene Linsensysteme, und zwar ein schwaches, ein mittleres und ein stärkeres. Grosse Mikroskope haben eine reichlichere Ausstattung mit Objektiven, besitzen deren 5 bis 6, ja mehr, und darunter die stärksten, in deren Herstellung, wie wir später finden werden, die Gegenwart es weit gebracht hat. Für die gewöhnlichen Bedürfnisse der Untersuchung kommen jene stärksten Systeme jedoch nicht zur Verwendung, und können darum leichter entbehrt werden, als mittelstarke Kombinationen.

Dann erfordert das Mikroskop einige Okulare, wenigstens zwei derselben, ein schwächeres, etwa 3—4 Mal vergrösserndes, und ein stärkeres mit doppelter Kraft.

Man könnte freilich glauben, dass eine beträchtlichere Anzahl von Okularen mit steigenden und schliesslich weit höheren Vergrösserungen unserm Instrumente einen Vorzug verliehe. Allein man würde sich täuschen. Halten wir fest (Fig. 20), dass von der Objektive L ein vergrössertes Bild in das Rohr R entworfen wird, so ist dieses, da man mathematisch korrekte Linsensysteme nicht zu verfertigen vermag, nicht fehlerfrei. Dasselbe wird vom Okularglase (A) vergrössert, seine Fehler natürlich mit ihm. Die Okularlinse gestattet uns daher nicht, gleich der Objektive, in die Struktur des Gegenstandes selbst tiefer einzudringen; sie gewährt uns nur vergrösserte Bilder des letzteren. Die Verwendung etwas stärkerer Okulare hat nun allerdings den Vortheil, dass man Manches bequemer, weil mehr vergrössert, zu erkennen vermag. Bald kommt jedoch bei der Anwendung noch stärkerer Okulargläser die Grenze, wo das Bild sich verschlechtert. Am schönsten und elegantesten ist das letztere stets bei der Benutzung ganz schwacher Okulare. Allerdings vertragen manche der modernen Linsensysteme beträchtlich höhere Okulare, als die einer früheren Epoche, was immer als ein Beweis vorzüglicher optischer Güte angesehen werden muss.

Es bedarf also keiner weiteren Bemerkung, dass es unmöglich ist, die Armuth eines Mikroskops an Linsensystemen durch eine reichliche Ausstattung mit Okularen zu kompensiren. Ebenso liegt es auf der Hand, dass der Werth einer Vergrösserung, welche durch ein stärkeres Linsensystem mit schwächerem Okular erzielt wird, höher steht, als der einer anderen, wo ein starkes Okular mit einer schwächeren Objektive benutzt worden ist. Aeltere deutsche Mikroskope haben vielfach nur schwache Linsen, sind dagegen mit einigen überstarken Okularen versehen, was als ein Uebelstand bezeichnet werden muss. In der letzteren Hinsicht befanden sich beispielsweise zu Anfang der 40er Jahre die Instrumente Schiek's gegenüber denjenigen Oberhäuser's in entschiedenem Nachtheile.

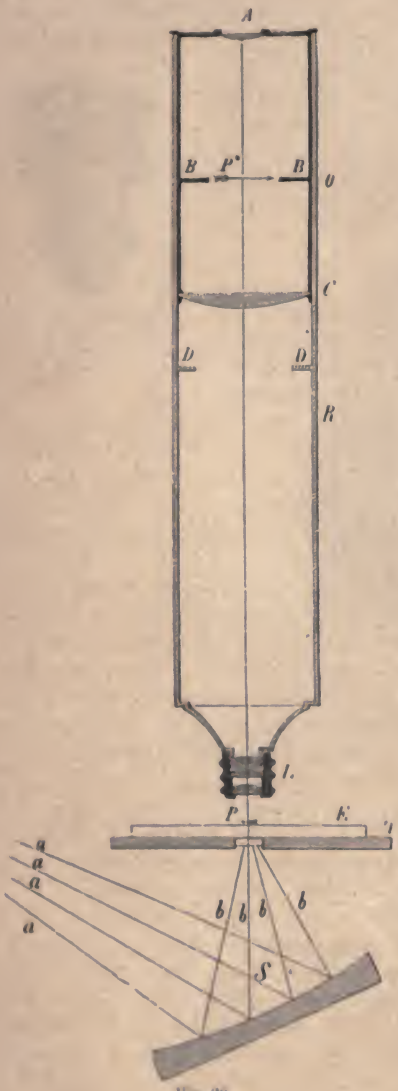


Fig. 20.

Die Röhre des Mikroskops, gleich derjenigen des Okulars im Innern mit matter schwarzer Farbe überzogen, besteht entweder aus einem Stück (Fig. 20 *R*), und ist darum keiner Verlängerung fähig, oder man stellt sie nach Art der Fernröhre aus zwei in einander gleitenden Stücken her. Letzteres muss als die bessere Einrichtung bezeichnet werden, wie sich schon aus mehreren früher besprochenen optischen Verhältnissen ergiebt.

Die Linsensysteme (*L*) werden durch eine einfache Schraube an dem unteren Ende des Rohrs befestigt.

Zur Aufnahme des zu untersuchenden Gegenstandes (*P. E*) dient der Objekttisch (*T*), dieselbe im Zentrum durchbrochene horizontale Metallplatte, welche wir schon beim einfachen Mikroskop (S. 6) besprochen haben. Der Tisch darf nicht allzu klein und namentlich nicht allzu schmal sein.

Linsensystem und Untersuchungsobjekt müssen nach Umständen genähert oder von einander entfernt werden können. Jedes zusammengesetzte Mikroskop hat dazu, d. h. zum Einstellen des Objektes, dienende Vorrichtungen. Als eine ganz primitive Einrichtung ist die Verschiebung der Mikroskopröhre innerhalb einer Metallhülse durch die Hand zu bezeichnen, was nur bei schwachen Vergrösserungen zur Noth angeht.

Um genauere Stellungsveränderungen vorzunehmen, bedient man sich verschiedener Hülfsmittel. Man kann durch ein einziges Triebwerk, wenn es anders sorgfältig gearbeitet ist, eine leidlich genaue Einstellung erzielen. Aeltere Instrumente besassen auch in der That oftmals nur dasselbe. In der Regel liess sich an der Stange die Mikroskopröhre auf- und abschrauben; seltener bediente man sich weniger zweckmässig bei einem festen Rohre eines beweglichen Objekttisches.

An den sorgfältiger gearbeiteten Stativen der Gegenwart hat man stets eine dop-

pelte Bewegungsvorrichtung angebracht, deren eine zu den gröberen Stellungsveränderungen dient, während der andern das feinste genaueste Einstellen überwiesen ist. Eine derartige Theilung der Arbeit verdient natürlich den Vorzug. Die gröberen Bewegungen werden entweder durch ein Triebwerk vollführt, oder, was vollkommen ausreicht und der grösseren Einfachheit wegen praktischer genannt werden muss, die Mikroskopröhre wird aus freier Hand in einer sie umfassenden Hülse gerichtet. Zur genauen Einstellung dient dann eine das Mikroskop bewegende fein gearbeitete sogenannte Mikrometer-Schraube, welche bei subtilen Untersuchungen und der Verwendung stärkerer Linsensysteme der geübte Beobachter niemals aus der Hand lässt.

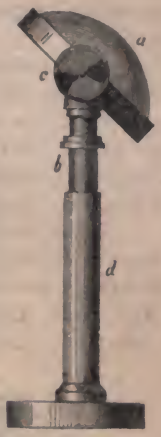


Fig. 21. Beleuchtungslinse.

Nur selten — und dann allein bei schwächeren Linsensystemen — benutzt man das gewöhnliche auffallende Licht zur Erleuchtung des Objektes. Bedarf man einer stärkeren Erhellung, so verwendet man eine Sammellinse mit grossem Fokus (Fig. 21, *a*), welche entweder an einem Stative beweglich angebracht (*d b c*) ist oder beweglich an einem Ringe über die Mikroskopröhre geschoben wird (Fig. 32 und 35).

Die bei weitem häufigere Erleuchtung der Untersuchungsobjekte geschieht mittelst durchfallenden Lichtes, welches von einem unterhalb des Tisches befindlichen Spiegel (Fig. 20. *S*) aufgefangen und durch die Oeffnung dem Gegenstande (*P*) zugeworfen wird.

Der Spiegel muss an dem Stativ in einer Weise befestigt sein, dass er eine möglichst freie Bewegung gestattet. Die Einrichtung, welche manche kleinere ältere Instrumente besitzen, wonach der Spiegel nur um seine horizontale Axe bewegt werden kann, ist eine bedeutende Unvollkommenheit. Kleine Mikroskope der Jetztzeit haben in der Regel nur einen Konkavspiegel, welcher die auf ihn fallenden Lichtstrahlen (*aa*) konvergirend zum Loche des Objekttisches reflektirt (*bb*). Grössere Instrumente besitzen einen Spiegel, dessen eine Fläche konkav, während die andere eben ist. Die letztere Fläche ergiebt eine weniger intensive Beleuchtung als die erstere und kommt deshalb besonders bei schwächeren Vergrösserungen zur Verwendung.

Die sorgfältige Beleuchtung ist ein sehr wichtiges Hülfsmittel der mikroskopischen Forschungen und lässt sich mit den bisher angegebenen Vorrichtungen allein nicht erzielen. Es sind daher noch besondere Apparate nothwendig. Bei vielen Untersuchungen, namentlich zarter, feinrandiger Gegenstände, würde das durch das Loch des Objekttisches reflektirte Licht eine viel zu grelle Erleuchtung geben. Es muss deshalb ein Theil der Lichtstrahlen abgeschnitten werden. Man erreicht dieses, indem man die Oeffnung des Tisches verkleinert, und hierzu dienen die sogenannten Blendungen oder Diaphragmen.

Es sind ihrer zwei Formen im Gebrauch, die Drehscheibe und die Zylinderblendungen. Die Drehscheibe (Fig. 22. *a*) hat eine kreisförmige Gestalt und ist mittelst eines Knopfes unter dem Objekttisch befestigt. Eine Reihe kreisförmiger Oeffnungen (mit Ausnahme der grössten) verkleinern in geringerem oder höherem Grade die Oeffnung des Tisches. Die kleinsten Löcher jener kommen bei den stärksten Vergrösserungen zur Anwendung.

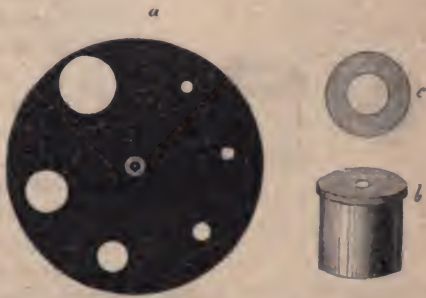


Fig. 22. Diaphragmen. *a* die Drehscheibe, *b*, *c* Zylinderblendungen.

Die sogenannten Zylinderblendungen sind zylindrische Röhren, welche auf ihrem oberen Ende eine kreisförmige Scheibe mit einem Loche von verschiedener Grösse tragen (Fig. 22, *b*. *c*). Sie werden in die Oeffnung des Objekttisches, sei es unmittelbar, sei es von einer Hülse umfasst, eingesetzt. Sollen sie ihre volle Wirkung entfalten, so müssen sie durch irgend eine Vorrichtung gehoben und gesenkt werden können.

Beiderlei Einrichtungen erfüllen ihren Zweck; doch verdient die Zylinderblendung den Vorzug, indem sie feinere Nuancen der Beleuchtung gestattet. An manchen älteren Instrumenten findet man diese beiden Arten der Diaphragmen vereinigt.

Für manche Zwecke wird es nothwendig, statt der gewöhnlichen Beleuchtung, welche man die mit zentrischem Lichte zu nennen pflegt, die Lichtstrahlen von unten her in mehr oder weniger schiefer Richtung an den Gegenstand gelangen zu lassen: schiefe Beleuchtung. Die freieste Beweglichkeit des Spiegels ist hierzu erforderlich, weil man bisweilen zu ganz seitlichen Stellungen desselben übergehen muss.

Eine weitere Modifikation der Beleuchtung erzielt man durch das Einsetzen einer Sammellinse oder einer ganzen Linsenkombination in die Oeffnung des Objekttisches. Wir werden hier mit dem Planspiegel im Stande sein, durch Auf- und Abschieben der Linse die Lichtstrahlen auf dem Objekte im Brennpunkte zu sammeln, ebenso dieselben konvergent, ehe sie sich im Fokus vereinigt haben oder nach der Vereinigung wieder in divergenter Richtung anlangen zu lassen. Auch der Konkavspiegel giebt mit einer solchen Linse verbunden mitunter recht zweckmässige Beleuchtungen.

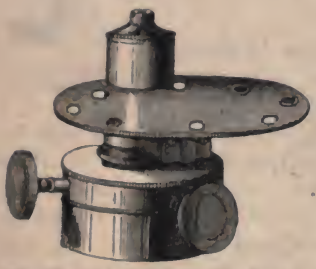


Fig. 23. Achromatischer Kondensor von Smith und Beck.

Einen solchen aus achromatischen Linsen bestehenden Beleuchtungsapparat hat schon vor längeren Jahren Dujardin hergestellt. Später haben demselben, ihrem »Condenser«, namentlich die englischen Optiker grosse Sorgfalt zugewendet und ihn wesentlich verbessert. Einen Kondensor von vollendeter Konstruktion zeigt uns Fig. 23. Unter ihm befindet sich ein drehbares Diaphragma, welches einen bald geringeren, bald grösseren Theil des Randes zu bedecken vermag, während ein paar Oeffnungen den zentralen Theil der Linse zu verdunkeln im Stande sind, wodurch eigenthümliche, manche Wirkungen des schiefen Lichtes wiedergebende Effekte erzielt werden können.

Einen zweckmässigen Kondensor (dem früher von Dujardin konstituirten Beleuchtungsapparate ganz ähnlich), bestehend aus drei achromatischen Linsen, habe ich später von Hartnack erhalten. Auf die oberste Linse können Diaphragmen geschraubt werden. Der Apparat wird wie eine Zylinderblendung in den Objekttisch eingesetzt.

Fig. 24. Gewöhnlicher Kondensor: 1 im Durchschnitt; 2 mit einer Ringblendung, 3 mit einer zentralen.

Da aber ein achromatischer Kondensor theuer kommt, kann man in einer gewöhnlichen plankonvexen Linse einen gewissen Ersatz desselben finden. Eine solche in dem Röhrchen einer gewöhnlichen Zylinderblendung eingelassen zeigt Fig. 24, 1. Bei 2 ist dieselbe mit einem schwarzen Ringe bedeckt, so dass nur der mittlere Theil für den Durchgang der Lichtstrahlen frei bleibt, während bei 3 eine kleine schwarze Scheibe die Mittelpartie der Linse verdunkelt und nur den Randtheil offen lässt. Letztere Verwendung ist namentlich Dem-

jenigen anzuempfehlen, dessen einfaches älteres Mikroskopstativ keine schiefe Spiegelstellung gestattet. Die ganze Einrichtung ist übrigens der wohlfeilsten eine.

Fig. 25. Mikroskope von Merz in München; III. kleinstes, II. mittleres, I. grosses Instrument.

Auch für Untersuchungen im polarisirten Lichte, ebenso bei der Umwandlung des Mikroskops in einen mikrophotographischen Apparat bedarf man, wie wir später sehen werden, derartiger Sammellinsen.

Es dürfte zweckmässig sein, am Schlusse dieses Abschnittes noch einen Blick auf einige Mikroskope zu werfen, um so an ein paar Beispielen zu sehen, wie die Optiker in verschiedener Weise die nothwendigen Einrichtungen getroffen haben.

Fig. 25 III zeigt ein Mikroskop kleinster Gattung von Merz in München. Die grobe Bewegung wird durch Verschiebung des Rohres in einer federnden Hülse, die feinere durch das (nicht zweckmässige) Auf- und Absteigen des Tisches erzielt. Der konkave Spiegel gestattet nur zentrische Beleuchtung. Fig. 26 stellt ein kleineres Instrument von Schiek in Berlin dar, mit einem zwar noch vereinfachten, jedoch zweckmässigeren und für die meisten Beobachtungen ausreichenden Stativ. Auch hier steigt indessen der Tisch auf und ab. Aehnliche Einrichtungen führen die kleineren Instrumente anderer Firmen der Gegenwart, wie von Leitz in

Fig. 26. Kleines Mikroskop von Schiek.

Fig. 27. Kleines Mikroskop von Leitz.

Wetzlar (Fig. 27), Hartnack (Fig. 28), Nachet (Fig. 29) und Chevalier in Paris (Fig. 30), sowie von Zeiss in Jena (Fig. 31). Das Mikroskoprohr wird auch hier in einer federnden Hülse auf- und abgeschoben und dient so zur gröberen Ein-

Fig. 28. Kleines Mikroskop von Hartnack.

Fig. 29. Kleines Mikroskop von Nachet.

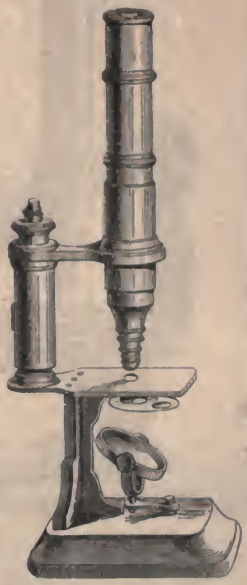


Fig. 30. Kleines Mikroskop von Chevalier.

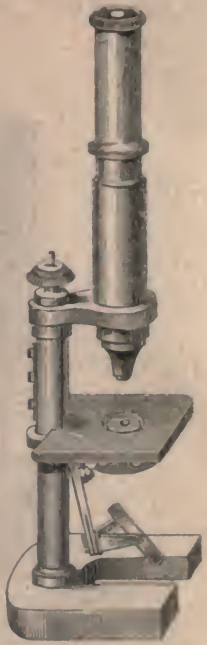


Fig. 31. Kleines Mikroskop von Zeiss.

Fig. 32.
Kleineres Instrument v. Hartnack, zum Umlegen eingerichtet.

stellung. Die feinere wird durch den am oberen Ende der Stange befindlichen Schraubenkopf erzielt. Der Objekttisch hat eine hinreichende Breite, und unter ihm befindet sich, zum Abblenden dienend, eine Drehscheibe. Einige Klemmen auf dem Objekttisch, bestimmt die Glasplatte zu halten, welche nach Bedürfniss weggenommen werden können, sind zuweilen beigegeben. Der Spiegel ist auf dem Fusse oder der Stange befestigt und gestattet eine freiere Bewegung. Hierbei kann er aus der Axe entfernt und so zur schiefen Beleuchtung verwendet werden. Zur Beleuchtung mit auffallendem Lichte dient die bei manchen dieser Instrumente, wie Fig. 29, (in der Zeichnung aufgerichtete) Beleuchtungslinse. Die Drehscheibe ist in der Regel flach; bei Fig. 31 dagegen besitzt sie eine nach oben konvexe Form, damit die Blendungsöffnung möglichst dicht unter das Objekt zu liegen komme. Das Gestell derartiger Instrumente, zu welchen auch das mittlere Merz'sche, Fig. 25 II., rechnet, ist ein sehr zweckmässiges und deshalb von den Mikroskopverfertigern mit geringen Modifikationen so vielfach wiederholt worden. Grössere Vereinfachungen, wie wir sahen, lassen sich natürlich an einem Stative noch vornehmen; doch leidet die Verwendbarkeit desselben zu verschiedenartigen Untersuchungen, indem z. B. die schiefe Beleuchtung weg-

gefallen ist. Etwas komplizirter gebaut, um ein Schiefstellen und Umlegen von Tisch und Rohr zu ermöglichen, fällt das Hartnack'sche Stativ (Fig. 32) aus.

Das Instrument Fig. 33, das von Oberhäuser in Paris erfundene grosse Hufeisenmikroskop, besitzt eins der zweckmässigsten Stative. Es ist vielfach nachgebildet worden, wie mir denn auch kein anderes bekannt ist, welches den Vorzug grösster Brauchbarkeit mit einfacher Konstruktion gleich ihm verbindet.

Fig. 33. Grosses älteres Hufeisen-Mikroskop von Oberhäuser und Hartnack.

Fig. 34. Dasselbe bei schiefer Beleuchtung. *a* Zylinder für die Blendungen; *b* Schlitten.

Auch hier geschieht beim älteren Stativ die gröbere Einstellung durch Verschieben des Rohres in der federnden Hülse, beim neueren durch ein Triebwerk. Das Rohr selbst ist einer Verkürzung fähig. Die feine Bewegung vollzieht die in einer hohlen Röhre mit einer Spiralfeder befindliche Mikrometerschraube, welche unter dem Objekttisch hervorkommt und ein jene hohle Röhre umgebendes zweites Rohr, das mit der Hülse der Mikroskopröhre verbunden ist, bewegt. Die Blendungen, von einem Zylinder (Fig. 34. *a*) umfasst, werden durch einen sogenannten Schlitten getragen (*b*) und durch Heben und Senken des Zylinders verstellt. Soll die eine Zylinderblendung durch eine andere ersetzt werden, so zieht man den sie tragenden Zylinder heraus und führt ihn, mit einem neuen Diaphragma armirt, von unten her wieder ein. Soll schiefe Beleuchtung stattfinden (Fig. 34), so wird der Schlitten mit dem ganzen Apparat entfernt. Bei letzterer Beleuchtung kann der

Objekttisch in rotirende Bewegung gesetzt werden, so dass die schief fallenden Lichtstrahlen das Objekt von jeder Seite her zu treffen im Stande sind. Der Spiegel geht an einem viereckigen Stück in den Ausschnitt einer doppelten, das Instrument tragenden Stange und gestattet die verschiedenartigsten Stellungen. Das grosse schwere Hufeisen trägt das Ganze. Eine ansehnliche Beleuchtungslinse auf besonderem Träger (nach Art von Fig. 21) kann vor das Instrument gesetzt werden.

Fig. 35. Kleines Hufeisen-Mikroskop von Hartnack mit eingezogenem Rohr.

Eine verkleinerte Form desselben Stativs (Fig. 35) entbehrt den drehbaren Tisch und gestattet nicht den Spiegel in einem Ausschnitt auf und ab zu schieben, während die schiefe Stellung noch möglich ist. Es bildet gleichfalls ein sehr gutes und weit wohlfeileres Stativ der Hartnack'schen Firma.

Beide Gestelle können auch um mässigen Preis mit einem Charnier für schiefe Stellung versehen erhalten werden.

Ganz ähnlich fallen auch, wie Fig. 25, I. lehrt, die grossen Instrumente der Merz'schen Firma aus.

Als Beispiel eines weit verwickelter gebauten Instrumentes (nach unsern kontinentalen Begriffen eines allzu komplizirten) erblicken wir ferner (Fig. 36) ein grosses Mikroskop von Smith und Beck in London. Vieles, wozu beim Oberhäuser'schen Gestell die menschliche Hand

Fig. 36. Grosses Mikroskop von Smith und Beck.

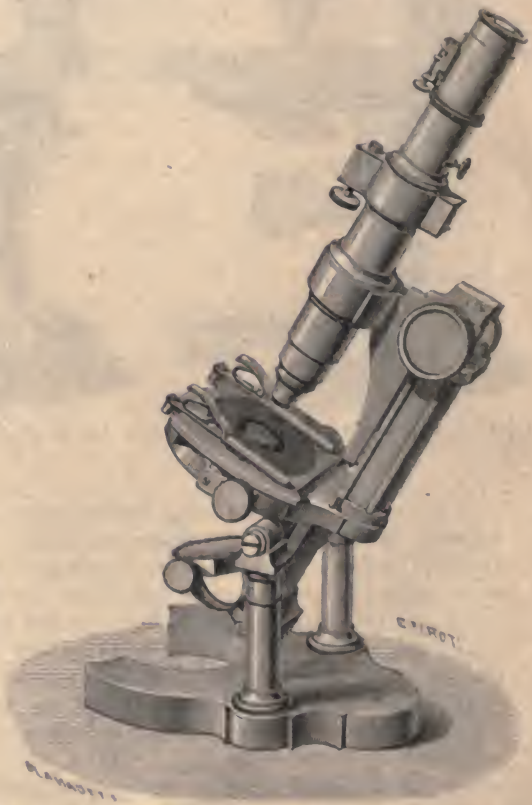


Fig. 37. Grosses Mikroskop neuester Konstruktion von Nachet.

benutzt wird, ist hier Schrauben überwiesen. Das ganze Instrument hängt zwischen zwei Säulen und kann so schief und horizontal gestellt werden. Der Spiegel gestattet eine wenigstens ziemlich freie Bewegung. Der Objekttisch ist mit Zubehör überreichlich bedacht, erlaubt aber (und hierin liegt ein Vortheil gegenüber dem Oberhäuser'schen Instrumente) die Einfügung eines vollendeten Kondensor.

Ebenfalls einen beträchtlich komplizirten, aber trefflichen Mechanismus zeigt uns endlich das grosse Mikroskop neuester Konstruktion von Nachet (Fig. 37).

Zweiter Abschnitt.

Apparate zum Messen und Zeichnen.

Es bedarf wohl keiner Bemerkung, wie wichtig für wissenschaftliche Arbeiten das Messen der unter dem Mikroskope sichtbaren Körper ist, und in der That wurden schon in den Kindertagen der Mikroskopie verschiedene, zum Theil sinnreiche Vorschläge gemacht, die Grösse der Objekte zu bestimmen. Auch hierüber findet der Leser das Weitere in dem trefflichen Werke von Harting.

Gegenwärtig besitzen wir Messapparate von verhältnissmässig grosser Genauigkeit. Man unterscheidet besonders zwei Formen solcher Mikrometer, nämlich 1) den Schraubenmikrometer und 2) den Glasmikrometer.

Der Schraubenmikrometer ist ein etwas komplizirtes, aber bei guter Arbeit ein sehr genaues, freilich darum auch recht theueres Werkzeug. Seine Einrichtung beruht in Folgendem. Selbstverständlich vermag man, wenn ein Spinnwebefaden durch das Okular gezogen ist, mittelst eines durch Schrauben verschiebbaren Objekttisches ein mikroskopisches Objekt so durch das Sehfeld zu führen, dass es zuerst mit seinem vorderen Rande den Faden trifft, dann diesen allmählich überschreitet, bis zuletzt nur noch der Hinterrand letzteren eben berührt. Der Schraubenmikrometer ist nun ein derartig beweglicher Objekttisch, eine Doppelplatte, deren untere auf dem Tisch des Mikroskops fixirt ist, während die obere durch eine sehr feine, sogenannte Mikrometerschraube über die untere wegbewegt wird. (Eine nothdürftige Vorstellung mag uns Fig. 25 I. gewähren.) Die Grösse der Schraubenumdrehung, welche erforderlich ist, um den Gegenstand in der angegebenen Weise durch das mikroskopische Sehfeld zu führen, kann nun am Index der oberen Platte und an der getheilten Trommel der Schraube abgelesen werden. Die Einheiten dieser Schraubenmikrometer wechseln. Plössl'sche geben $^1/_{10000}$ Wiener Zoll an, Schiek'sche $^1/_{1000}$ und $^1/_{10000}$ Pariser Linie. Eine zweckmässige Modifikation des Schraubenmikrometer stellt der Okular-Schraubenmikrometer dar, namentlich in einer verbesserten Form, welche Mohl vor Jahren geschildert hat.

Man verwendet indessen gegenwärtig den theueren Schraubenmikrometer seltener und bedient sich statt seiner der viel einfacheren und wohlfeileren Glasmikrometer.

Bekanntlich ist die Kunst, mittelst der Diamantspitze feine Theilungen auf eine Glasplatte aufzutragen, sehr weit vorgeschritten, und in einem späteren Abschnitte werden wir in der Nobert'schen Probeplatte eine bewunderungswürdige Leistung jener Technik kennen lernen.

So theilt man denn gegenwärtig mit grosser Schönheit die Linie in 100, 500, 1000 Theile. Man hat derartige Glasmikrometer, wo alle Striche in gleicher Länge

gezogen sind; besser sind solche, wo die grösseren Abtheilungen durch weiter vorspringende Striche angedeutet sind, wie es unsere gewöhnlichen Maassstäbe zeigen. Modifikationen, welche für manche Zwecke praktisch genannt werden müssen, bestehen darin, dass die eine Linienreihe von einer zweiten rechtwinklig gekreuzt wird, gewöhnlich so, dass quadratische Felder entstehen.

Derartige Mikrometer sind nun in der Natur von Objektträgern der einfachsten Verwendung fähig. Angenommen wir haben eine Theilung, wo der Werth eines Zwischenraumes $^1/_{500}'''$ beträgt, so versteht es sich von selbst, dass ein mikroskopisches Objekt, welches zwei derartige Räume erfüllt, $^1/_{250}'''$, ein anderes, welches 5 einnimmt, $^1/_{100}'''$ gross ist.

Allein so zweckmässig diese Methode auf den ersten Blick erscheint, so leidet sie doch an grossen Unbequemlichkeiten, so dass man sich gegenwärtig derselben nicht mehr zu bedienen pflegt. Einmal werden bei der Kleinheit vieler Objekte sehr feingetheilte und darum theuere Mikrometer erforderlich. Dann leiden dieselben bei dem Reinigen verhältnissmässig bald Schaden und nutzen sich allmählich sehr ab. Ferner — und dieses ist bei weitem erheblicher — liegen die zu messenden Gegenstände, wenn man sie auch glücklich von dem Objektträger auf den Mikrometer behufs der Messung übertragen hat, sehr häufig nicht senkrecht zu dessen Strichen, sondern schief. Endlich kommt man vielfach in den Fall, Bruchtheile eines Zwischenraumes taxiren zu müssen, wobei sich das Auge täuschen kann.

Nach dem Erwähnten wird es begreiflich, dass man dem Glasmikrometer in der Form des Objektträgers den Abschied gegeben hat und ihn nur noch zu einzelnen besonderen Zwecken verwendet.

Gegenwärtig werden jene Mikrometer in Gestalt kreisförmiger Glasplatten in dem Okular angebracht, Okularmikrometer. Sie liegen hier dem Diaphragma desselben auf, also zwischen Kollektivglas und Okularlinse (Fig. 20. *B*).

Die Wirkung solcher Okularmikrometer (Fig. 38) ist natürlich eine ganz andere. Bei der auf dem Tische liegenden Glasplatte werden die Theilung und das Objekt gleichmässig durch den gesammten dioptrischen Apparat des Instruments vergrössert. Im letzteren Falle, d. h. im Okular befindlich, ist der Mikrometer nur durch die schwache Okularlinse vergrössert und erscheint dem Auge gleichzeitig mit dem durch das Linsensystem vergrösserten und vermöge der Kollektivlinse wiederum etwas verkleinerten Bilde des zu messenden Objektes. Wir kommen also hier mit gröberen und darum genauer und billiger herzustellenden Glasmikrometern aus. Abnutzungen derselben treten nicht ein, und jeder Körper auf jedem Objektträger und in jeder Stellung kann augenblicklich gemessen werden, sobald man das gewöhnliche Okular mit dem den Mikrometer beherbergenden vertauscht und diesen in der Röhre drehend einstellt. Nur bei mehr undurchsichtigen Objekten entsteht als Uebelstand die Schwierigkeit, die Mikrometertheilung über dem zu messenden Gegenstande zu erblicken. Ein solches Mikrometerokular, welches für wenige (4—5) Thaler zu erhalten ist, sollte keinem Mikroskop fehlen. Bei der so ungleichen Sehweite der Beobachter wird es nothwendig, durch eine Schraubenvorrichtung dem Okularmikrometer eine verschiedene Stellung zu geben, damit er bei jeder Sehweite mit dem Objekte zugleich scharf und deutlich hervortritt.

Fig. 38. Okularmikrometer.

Vergessen darf aber bei der Benützung des Okularmikrometer nicht werden, dass die Geltung desselben eine relative ist, bedingt von der Stärke des benutzten Linsensystems (daher bei Immersionssystemen wechselnd) und, was ja auch die Grösse des Bildes bestimmt, von der Länge der Mikroskopröhre. Diese verwendet man am zweckmässigsten bei der Messung vollkommen ausgezogen.

Um den Werth des Mikrometer im Okular zu bestimmen, haben wir ein sehr einfaches Verfahren; wir benutzen die Hülfe eines Glasmikrometer auf dem Ob-

jekttisch. Angenommen derselbe besitze die Pariser Linie in 100 Theile zerlegt, so zeigt uns bei dem Linsensysteme *A* vielleicht der Okularmikrometer 5 seiner Räume einen Raum des unteren genau erfüllend; die Geltung eines seiner Räume ist also für das Linsensystem *A* $^1/_{500}'''$. Zum Erreichen grösserer Genauigkeit sollten aber stets verschiedene Theile des Objektmikrometer für die Messung benutzt und aus 10—15 Einzelmessungen das Mittel gezogen werden. Wegen etwa vorhandener Bildverzerrung halte man sich stets an die Mitte des Sehfeldes. Nach dieser Vorschrift berechnet man bei seinem Mikroskop den Werth des Okularmikrometer für dessen verschiedene Linsensysteme und legt sich darüber eine Tabelle an.

Neben diesen einfachsten und für fast alle Zwecke der Messung vollständig ausreichenden Okularmikrometer hat man noch mehrere Modifikationen der Glasmikrometer hergestellt, auf welche wir hier nicht näher eingehen können. Wer sich weiter dafür interessirt, möge den betreffenden Abschnitt in dem Harting'schen Werke nachlesen.

Bei allen Grössenangaben mikroskopischer Körper handelt es sich natürlich darum, welche Maasseinheit zu Grunde liegt. In der Regel benutzten die Mikroskopiker das bei ihnen übliche Landesmaass, diejenigen Englands den englischen Zoll (der in Dezimal- und Duodezimal-Linien getheilt wird), die Frankreichs die Pariser Linie oder den Millimeter. In Deutschland wendet man gewöhnlich eine der beiden letztgenannten Maasseinheiten an; doch sind auch die Wiener und Rheinische Linie in den Gebrauch gelangt. Am zweckmässigsten kommt das Pariser Maass zur Verwendung, und hier verdient der Millimeter eigentlich den Vorzug. Sehr bequem ist es, nach dem Vorschlage Harting's den tausendsten Theil des Millimeter unter dem Namen Mikromillimeter (*m m m*) als Einheit anzunehmen.

Ein Millimeter aber ist = 0,4433 Pariser Linie,
0,4724 Englische Duodezimallinie,
0,4587 Rheinische Linie,
0,4555 Wiener Linie.

Die Pariser Linie ist = 2,2558 Millimeter.
- Englische Linie = 2,1166 -
- Rheinische Linie = 2,1802 -
- Wiener Linie = 2,1952 -

Zur weiteren Vergleichung geben wir noch eine kleine Reduktionstabelle, betreffend die Pariser Linie und den Millimeter.

1.			2.		
Millimeter.		Pariser Linie.	Pariser Linie.		Millimeter.
1	=	0,4433	1	=	2,2558
0,9	=	0,3990	0,9	=	2,0302
0,8	=	0,3546	0,8	=	1,8047
0,7	=	0,3103	0,7	=	1,5791
0,6	=	0,2660	0,6	=	1,3535
0,5	=	0,2216	0,5	=	1,1279
0,4	=	0,1773	0,4	=	0,9023
0,3	=	0,1330	0,3	=	0,6767
0,2	=	0,0887	0,2	=	0,4512
0,1	=	0,0443	0,1	=	0,2256
0,01	=	0,0044	0,01	=	0,0226
0,001	=	0,0004	0,001	=	0,0023

Wir führen hier noch die sogenannten Goniometer an, Apparate, deren man sich zur Winkelmessung der Krystalle bedient hat. Eine einfache und zweckmässige von C. Schmidt angegebene Vorrichtung (Fig. 39) besteht in Folgendem: Um die Mündung des (fixirten) Mikroskoprohres bringt man eine in $^1/_3$ Grade ge-

theilte Kreisplatte (*a b c*) an. An den Aussenrand des mit einem Fadenkreuze versehenen Okulars (*p*) wird ein Nonius (*d*) befestigt. In das Zentrum jenes Kreuzes schiebt man den Winkel des zu messenden Krystalles und einer der Fäden wird mit den beiden Schenkeln des Winkels nach einander zur Deckung gebracht. Die hierzu nöthige Okulardrehung liest man am Nonius ab, über welchem sich noch eine plankonvexe Linse (*e*) befindet.

Fig. 10. C. Schmidt's Goniometer. *a b c* getheilte Scheibe; *d* Nonius am Rand des Okulars *p*; *e* Linse zur Ablesung.

Nicht minder wichtig als das mikroskopische Messen ist das Zeichnen der untersuchten Objekte. Von dem Werthe desselben weiter zu sprechen, muss überflüssig erscheinen. Ist ja doch derselbe in allen Zweigen des naturhistorischen Studium ein allgemein anerkannter und führt eine gelungene Zeichnung häufig weit rascher zum Verständnisse, als die detaillirteste Beschreibung.

Jeder, welcher sich mit Naturwissenschaften und mit der Medizin überhaupt beschäftigt, sollte deshalb wenigstens einigermassen im Stande sein, diese Kunst auszuüben. Bei der Eigenthümlichkeit des mikroskopischen Sehens wird jene Befähigung um so nothwendiger. Denn während da, wo das unbewaffnete menschliche Auge wahrnimmt, ein in der Führung von Bleistift und Pinsel erfahrener Künstler den Gegenstand zu erfassen und wiederzugeben vermag, wird das richtige Sehen bei der Anwendung des Mikroskopes selbst zur Kunst, welche erst erlernt sein muss, ehe man an ein erfolgreiches Zeichnen hier denken kann. Indem der Forscher, welcher sein Objekt versteht, auch wenn er kein grosser Meister der Zeichnenkunst ist, ein erträgliches und brauchbares Bild jenes hervorzubringen vermag, wird dieses bei einem weit befähigteren Künstler, der zum ersten Male ein mikroskopisches Bild darzustellen wagt, nicht der Fall sein. Missverständnisse und Irrthümer werden nicht ausbleiben. Ihm fehlt das Verständniss, während der mikroskopische Beobachter häufig genug in der fatalen Lage ist, seinen Gegenstand zwar vortrefflich zu verstehen, aber mit ungeübter Hand nicht getreu oder künstlerisch erfasst wiedergeben zu können.

Für den Mikroskopiker sind die einfacheren Hülfsmittel der Darstellung, die Bleifeder, der Wischer und Wasserfarben, im Allgemeinen ausreichend. Vieles, was man während einer Untersuchung zur Unterstützung des Gedächtnisses zeichnet, wird nur die Beschaffenheit einfacher Skizzen haben; ebenso Manches, was nur gelegentlich gesehen der Aufzeichnung in einem Tagebuche werth gehalten wurde. Alles zu zeichnen, möchte nicht anzurathen sein, schon des grossen Zeitaufwandes wegen. Seitdem man unter dem Ansehen des natürlichen Zustandes Präparate feucht aufzubewahren gelernt hat, werden diese während einer fortgesetzten Untersuchung einen bessern Dienst leisten als ein Heft mit einfachen Skizzen. Bei Zeichnungen, welche veröffentlicht werden sollen, sei man wählerisch. Nicht jedes Präparat, nicht jede Ansicht ist eine bezeichnende. Ein gut gewähltes Bild leistet mehr als eine ganze Serie weniger prägnanter.

Genauere Vorschriften für das Einzelne möchten hier nicht am Platze sein. Für grössere Skizzen kann man sich eines rauheren Papieres bedienen; für die Wiedergabe sehr zarter Texturverhältnisse bedarf man eines sehr feinen englischen Zeichnenpapiers. Bleistifte nehme man in einer Reihe verschiedener Sorten aus einer der besten Fabriken. Man gewöhne sich, die ersten Umrisse möglichst zart aufzutragen, dann zu dunkleren Tönen überzugehen und die starken Schattenstriche erst zuletzt anzubringen. Auf das Spitzen des Bleistiftes, am besten mit Hülfe der Feile, verwende man möglichste Sorgfalt, will man anders annähernd

die Zartheit und Feinheit vieler mikroskopischer Objekte wiedergeben. Den Gebrauch eines Wischers lasse man sich von einem geübten Zeichner lehren; man wird viel zeitraubendes Schattiren damit ersparen. Den Schatten vergesse man nicht nach der rechten Seite gleichmässig zu legen, indem man nur so Wölbungen und Vertiefungen im Bilde hervorzuheben vermag. Die Intensität desselben ist sorgfältig zu beachten und möglichst getreu wiederzugeben, weil das Eigenthümliche vieler mikroskopischer Bilder wesentlich darin begründet ist.

Beim Gebrauche der Wasserfarben bedient man sich in der Regel der durchsichtigen, seltener der Deckfarben. Ihre Anwendung lernt man bald. Man verwende nicht allzu grelle Kolorite und gewöhne sich mit Hülfe der Spitze eines Pinsels feine Farbenstriche zu erzielen, welche für viele Zwecke vor Bleistiftlinien einen Vorzug verdienen.

Man hat im Laufe der Zeit mancherlei Hülfsapparate des mikroskopischen Zeichnens erfunden, und in der That ist es für den Mikroskopiker Bedürfniss, eine zweckmässig konstruirte derartige Vorrichtung zu besitzen, namentlich wenn es sich um das Anlegen eines etwas komplizirteren Bildes und um die getreue Wiedergabe der verschiedenen Form- und Grössenverhältnisse der Bestandtheile bei jenem handelt.

Alle die betreffenden Apparate zielen dahin, das mikroskopische Bild vermöge besonderer Einrichtungen auf ein neben dem Mikroskop befindliches Blatt Papier zu entwerfen, wo seine Umrisse mit der Bleistiftspitze umzogen werden.

Man bedient sich hierzu gewöhnlich der Glasprismen. Das einfache Zeichnenprisma wird an einem Ringe auf der Mikroskopröhre über dem Okular angebracht. Man muss dasselbe über letzterem beweglich befestigen, damit es jenem genähert oder von ihm entfernt werden kann. Zum Auflegen des Papiers dient ein Zeichnenpult, etwa wie ein Notenpult, welches hinter dem Mikroskop aufgestellt wird.

Zweckmässiger bei unsern vertikalen Instrumenten, freilich auch etwas theurer (30—50 Francs kostend) als das einfache Zeichnenprisma, ist die Camera lucida von Chevalier und Oberhäuser. Sie stellt ein komplizirtes, mit zwei

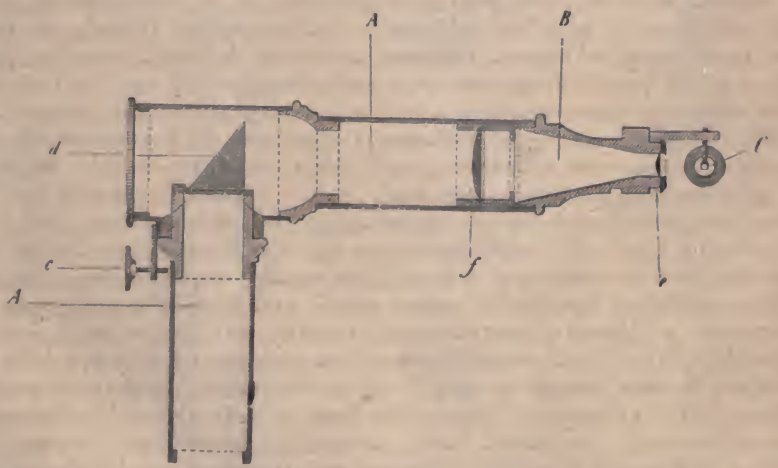


Fig. 40. Camera lucida von Chevalier und Oberhäuser. (Das Stück *B* ist um 90° gedreht.)

Prismen versehenes Okular her und bewirkt eine vollständige Umkehrung des Bildes. Fig. 40 kann uns sehr leicht die Einrichtung dieses Instrumentes versinnlichen. Eine rechtwinklig gebrochene Röhre *A* trägt das Prisma bei *d*. Vor ihr befindet sich das Okular *B* mit der Kollektive *f* und Linse *e*. In einiger Entfernung

von der letzteren steht das kleine Glasprisma *C*, umgeben von einem schwarzen Metallringe. Der Gang der Lichtstrahlen ist klar. Sie gelangen durch das äussere Prisma in das Auge des Beobachters. Dieses blickt aber neben dem so kleinen äusseren Prisma durch die Oeffnung des Rings weg auf ein darunter gelegenes Papier und sieht hier das mikroskopische Bild, welches mit einem Bleistift leicht umzogen werden kann.

Beim Gebrauche wird das Okular durch die Camera lucida ersetzt und diese mit der Schraube *c* an die Mikroskopröhre befestigt. Die Beleuchtung muss sorgfältig regulirt werden, wenn man die Bleistiftspitze genau sehen soll, was unentbehrlich ist. Ein schwarzer Pappschirm vor dem Zeichnenpapiere angebracht, wirkt sehr zweckmässig.

Von Wichtigkeit ist natürlich die Stelle, wo das Bild aufgefangen wird, also wo das Papier liegt. Je weiter vom Instrumente entfernt dieses geschieht, desto grösser wird jenes natürlich. Man sollte es sich zur Regel machen, das Zeichnungspapier höchstens in derselben Höhe, wie den Objekttisch nebenan zu haben, also bei 25 Centimeter. Ein stärkeres Einschieben des Rohres bis zu gewissem Grade ist zweckmässig. Misst man die Stärke der Vergrösserung, welche das Linsensystem und die Camera lucida ergeben, so hat man durch Einziehen der Mikroskopröhre und durch Erhöhen des Zeichnungstisches es in der Gewalt, runde Zahlen zu erhalten, was jedenfalls bequem ist. Indessen zu mehr als dem Anlegen der Umrisse wird man die Camera lucida nicht leicht mit Vortheil verwenden können. (Dann ist die knieförmige Röhre derselben mit dem Prisma sehr bequem mit einem Okular nach Wegnahme ihres eigenen zu versehen und das Mikroskop in ein horizontales umzuwandeln, wobei freilich Licht verloren geht.)

Die Stärke der beim Zeichnen verwendeten Vergrösserung sollte jedesmal bemerkt werden, am besten neben der Zeichnung selbst in der bekannten Weise $\frac{20}{1}$ (20fach), $\frac{300}{1}$, $\frac{650}{1}$ etc. Alles bei derselben Vergrösserung zu zeichnen, wie Manche vorgeschlagen haben, geht nur in sehr wenigen Fällen an. Welche Bilder würden da oftmals entstehen müssen, Zwerge neben Riesen!

Dass auch die Photographie, diese herrliche Erfindung der modernen Zeit, von den Mikroskopikern nicht ignorirt worden ist, begreifen wir leicht; ihr Werth, ein treues, objektives Bild eines mikroskopischen Objekts zu liefern, musste ja auf der Hand liegen. Indessen ist die Zahl derjenigen Forscher, welche bisher entweder für sich allein oder, was gewöhnlich der Fall war, in Verbindung mit einem Photographen von Fach arbeiteten, keine beträchtliche gewesen. Die Unbekanntschaft mit der photographischen Technik und die gewöhnlich sehr überschätzten Schwierigkeiten mikrophotographischer Aufnahmen schreckten die Meisten ab. Was aber hier geleistet werden kann, welche Zukunft die Photographie auch für mikroskopische Forschung hat, lehren manche Beispiele der Gegenwart.

Schon im Jahre 1845 veröffentlichte ein französischer Forscher, Donné, einen Atlas d'anatomie microscopique, dessen Bilder mittelst des Sonnenmikroskops auf der Daguerre'schen Metallplatte aufgenommen und darnach kopirt waren. In neuerer Zeit, wo durch die Aufnahme der sogenannten Negative auf der mit iodhaltigem Kollodium überzogenen Glasplatte ein gewaltiger Fortschritt der photographischen Technik gemacht worden ist, haben wir manche prächtige Mikrophotographien aus Paris erhalten, welche zum Theil bei sehr starken Vergrösserungen gewonnen wurden. Vor Jahren haben dann in Verbindung mit Albert, dem rühmlichst bekannten Münchner Photographen, Hessling und Kollmann einen aus photographischen Blättern bestehenden Atlas herauszugeben begonnen, der in jeder Hinsicht gerühmt zu werden verdient, leider aber unvollendet geblieben ist. Hierauf hat Professor Gerlach in Erlangen, welchem wir mehrere sehr werthvolle Beiträge zur mikroskopischen Technik verdanken, in anziehender Schilderung eine kleine Anleitung zur mikrophotographischen Aufnahme veröffentlicht. (Die Photographie als Hülfsmittel mikroskopischer Forschung. Leipzig 1862). In sehr aus-

führlicher Weise haben später Beale und Mottessier das gleiche Thema behandelt. Des Letzteren Werk, mit reichlichen eigenen Beiträgen vermehrt, hat 1868 B. Behnecke in deutscher Sprache veröffentlicht (Die Photographie als Hülfsmittel mikroskopischer Forschung. Braunschweig). Es ist das Beste, was wir über diese Materie zur Zeit besitzen.

Man kann das gewöhnliche zusammengesetzte Mikroskop leicht und — wie uns Gerlach belehrt — mit geringem Geldaufwand in einen mikrophotographischen, bei Sonnenlicht arbeitenden Apparat umwandeln (Fig. 41).

Zur Erleuchtung benutzt man konzentrirtes, paralleles Licht, welches der Konkavspiegel (*q*) in Verbindung mit einer plankonvexen Sammellinse giebt. Zylinderblendungen mit kleinen Oeffnungen sind bei starken Vergrösserungen anzubringen. Die gewöhnlichen Linsensysteme kommen zur Verwendung, müssen aber vor einer Aufnahme der skrupulösesten Reinigung unterworfen werden, da jedes Staubtheilchen einen Fleck im negativen Bilde ergiebt. Das Okular wird entfernt und auf die Mikroskopröhre, gehalten von einem Ring (*i*), der photographische Apparat eingesetzt, ein von einem Rohr (*g*) getragener hölzerner Kasten (*d*), in dessen oberes Ende (*c*) die lichtempfindende Glasplatte eingeschoben werden kann (bei *b*). Die Visirscheibe (*b*), ein Holzrahmen, enthält am besten geöltes durchsichtiges Papier statt der matten Glastafel eines gewöhnlichen Apparates. Zur Verdunklung derselben während des Einstellens dient das gebräuchliche schwarze, über den Kopf geschlagene Tuch; der auf dem Kasten befindliche Trichter (*a*) enthält im Innern eine vergrössernde Linse, um mittelst der Mikrometerschraube (*t*) die genaueste Einstellung zu ermöglichen. Damit durch das Gewicht des Kastens die Mikroskopröhre (*a*) in ihrer Hülse (*m*) nicht verschoben werde, liegt um letztere ein Ring (*l*), der durch die Schraube (*k*) verengt werden kann. Die Messingkapsel, welche die Objektive des gewöhnlichen Apparates bedeckt, wird durch eine schwarze, horizontale Tafel, die zwischen Spiegel (*q*) und Kollektivlinse (*p*) des Mikroskops eingeschoben werden kann, ersetzt.

Dass dieser (vom Erfinder nachträglich noch verbesserte) Apparat genügt, um treffliche Darstellungen zu erhalten, lehren die schönen Photographien Gerlach's. Indessen er trägt noch einen etwas primitiven Charakter und leidet an manchen Uebelständen, an einer für starke Vergrösserungen mangelhaften Beleuchtung, an dem Umstande, dass bei unveränderlicher Länge mit einem Linsensysteme stets nur die nämliche Vergrösserung zu erzielen ist, und an einer übermässigen Belastung der Mikroskopröhre durch die Camera, welche die Wirkung der Mikrometerschraube hemmt und gefährdet.

Zweckmässiger erscheint darum eine zwar ähnliche, aber verbesserte Einrichtung Mortessier's (Fig. 42).

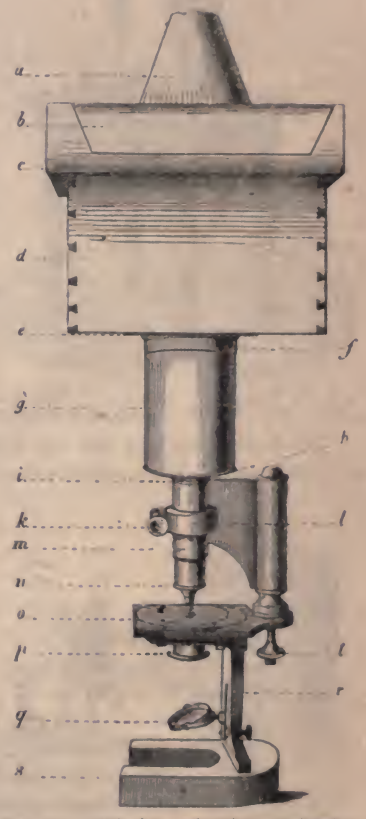


Fig. 41. Gerlach's mikrophotographischer Apparat. *a* Hohlkegel zum Aufsetzen auf die Visirscheibe; *b* diese; *c* Vorsprung oben am Kasten; *d* Kasten; *e* Metallring unten an diesem; *f* Metallring oben am Holzrohr; *g* dieses; *h* Metallplatte an dem unteren Ende desselben; *i* Ring am oberen Ende des Metallrohrs; *k* Schraube des Metallringes *l*, welcher zur Verengerung der federnden Hülse *m* dient; *n* Rohr des Mikroskops mit der Objektive; *o* Tisch; *p* der Metallzylinder zum Tragen von Blendung und Beleuchtungslinse; *q* der Spiegel; *r* die den Objekttisch tragende Metallstange; *s* das Hufeisen; *t* die Mikrometerschraube.

Ein Tischchen trägt auf starkem dreisäuligem Holzgestelle (*A*) eine sogenannte Balgcamera (*B*). Diese ist nach Art einer Ziehharmonika der Verlängerung und Verkürzung fähig, sodass bald näher, bald entfernter von dem Linsensystem die Aufnahme stattfinden kann. Statt der üblichen mattgeschliffenen Glasplatte, welche, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, die genaue Einstellung sehr erschwert, dient ein Blatt weissen Papieres, in den Rahmen (*D*) eingespannt, welches von unten her seitlich bei geöffneter Klappe (*C*) betrachtet wird. In die untere (genau zu verschliessende) Oeffnung der Camera ragt die Mikroskopröhre frei hinein. Zur Beleuchtung dient der das Licht aufnehmende, mit Silber belegte Spiegel und eine Sammellinse, welche beide durch eine Schlittenvorrichtung auf einer horizontalen Holzleiste spielen. Sie erhellt den Spiegel des Mikroskops, in dessen Tisch ein achromatischer Kondensor eingesetzt ist.

Fig. 42. Moitessier's Apparat. *A* Säulen der Balgcamera *B*; *C* deren Klappe; *D* Rahmen.

Noch zweckmässiger erscheint eine andere Einrichtung (Fig. 43), welche freilich nur mit einem horizontal umzulegenden Mikroskop zu erzielen ist. Die Entfernung seines Spiegels gestattet die Lichtquelle direkt zu benutzen. Zur Beleuchtung dienen auf einer Schlittenvorrichtung der Silberspiegel *H*, die Blendung *F*, die Sammellinse *E* und die sehr fein mattgeschliffene Glasplatte *D*, letztere in einer Stellung, dass sich auf ihr ein kleiner Lichtkreis entwirft.

Am geeignetsten für die Aufnahme ist eine Wärme von 14—18° R. Zur Herstellung der photographischen Bilder bedient man sich zunächst des natürlichen Lichtes. Die Expositionszeit, natürlich nach der Lichtintensität wechselnd, steigt mit der Stärke der benutzten Vergrösserungen und liegt bei vollem Sonnenlichte nach den Beobachtungen Gerlach's zwischen 0,5 Sekunden (5—25fache Vergrösserung) und 40 Sekunden (250—300fache). Unter den künstlichen Erleuchtungsmethoden verdient diejenige mit Magnesiumlicht vor Allem genannt zu werden. Auch eine Photogenlampe mit weiterer Vorrichtung gewährt eine gute Beleuchtung (S. T.

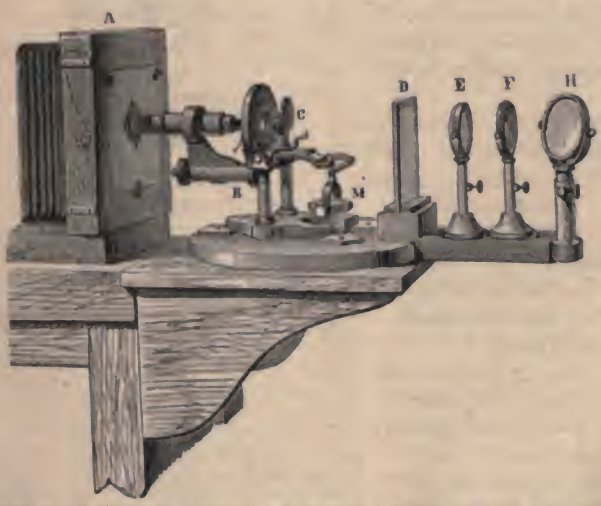


Fig. 43. Horizontaler Apparat. *A* Balgcamera; *B* Mikroskop; *C* achromatischer Kondensor; *M* der zur Seite gedrehte Spiegel desselben; *H* Silberspiegel; *F* Blendung; *E* Sammellinse; *D* matte Glasplatte.

Stein). Die Dauer der photographischen Aufnahme ist ferner bekanntlich abhängig von der Behandlungsweise der lichtempfindenden Glasplatte. Die kürzeste Zeit verlangt die feuchte Kollodiummethode, eine viel längere die trockne und das Albuminverfahren.

Die ganze übrige Technik haben Gerlach, Beale, Moitessier und Benecke ausführlich beschrieben. Wir können bei den Grenzen unserer kleinen Schrift nicht darauf eintreten und müssen auf jene Darstellungen hinweisen.

Dass man allein auf untadelhafte, von jeder Verunreinigung freie Präparate die Mühe des Photographirens anwenden sollte, leuchtet ein. Wichtig ist es, nur eine geringe Zahl von Körpern in dem Sehfelde zu haben, also beispielsweise nur ein paar Blutkörperchen, einige wenige Epithelialzellen. Feste Gewebe erfordern die dünnsten Schnitte. Blass gerandete Objekte bedürfen stärkerer Abblendung. Kanadabalsampräparate eignen sich daher weniger, ebenso in Glycerin liegende Objekte. Doch kann man mit der Karmintinktion nachhelfen. Mit Karmin oder Berliner Blau hergestellte Injektionspräparate geben treffliche Bilder. Hat sie doch Gerlach mit Wiedergabe der Farbe hervorgebracht!

Photographirt man gleichzeitig bei derselben Vergrösserung einen Mikrometer von bekanntem Werthe, so ist die Grösse des dargestellten Objektes ungemein leicht und genau durch das Messen mit einem Zirkel zu bestimmen.

Zur Ausstattung grösserer, in zahlreichen Exemplaren zu veröffentlichender Werke eignen sich solche Mikrophotographien weniger, da eine gewisse Ungleichheit der positiven Abzüge nicht zu vermeiden ist. Trefflich dagegen sind sie für Unterrichtszwecke zu verwenden. Dass derartige Lichtbilder der Gegenwart zur Entscheidung subtiler Texturfragen benutzt werden können, müssen wir nach den uns bekannten Photographien mikroskopischer Gegenstände vorläufig bezweifeln. (Nur einige französische und amerikanische Darstellungen von Diatomeen machen eine Ausnahme.)

Bekanntlich hat man in neuerer Zeit so ausserordentlich kleine Lichtbildchen hergestellt, dass erst eine stärkere Lupe oder das Mikroskop das Bild erkennen lässt. Der Silberniederschlag ist hier von einer solchen Feinheit, dass ansehnlichere Vergrösserungen erforderlich sind, ihn sichtbar zu machen.

Diese minimalen Photographien haben Gerlach zu einer eigenthümlichen Verwendung der photographischen Technik für mikroskopische Zwecke geführt, zu einer Steigerung der Vergrösserung auf photographischem Wege.

Hierbei wird das mittelst des Mikroskops gewonnene erste negative Bild eines Objektes einer neuen vergrössernden Aufnahme unterworfen. Es entsteht so das zweite negative Bild, welches Hell und Dunkel in der Weise des Objektes darbietet und daher nicht in ein brauchbares positives Bild verwandelt werden kann. Wohl aber ist dieses möglich, wenn man das sekundäre Negativ einer neuen vergrössernden Aufnahme unterwirft und so das tertiäre, welches in Hell und Dunkel dem ersten wieder entspricht, gewinnt. Man wird die Vergrösserung so lange steigern können, bis der Silberniedersshlag sichtbar wird. Durch Verdünnung der photographischen Lösungen, ebenso durch eine besondere Behandlung der lichtempfindenden Glasplatte lässt sich jenes Sichtbarwerden weit hinausschieben. Schon in der Gerlach'schen Arbeit finden sich drei derartige Lichtbilder einer Schmetterlingsschuppe (Papilio Janira) bei 265-, 670- und 1460facher Vergrösserung. Pariser und nordamerikanische Photographien des Pleurosigma angulatum, welche ich durch Lackerbauer und Woodward erhalten habe, zeigen bei circa 2000- und 2500facher Vergrösserung die 6eckigen Feldchen sehr schön. — Mit Aufnahmen des Letzteren bei 19050facher Vergrösserung weiss ich allerdings nichts anzufangen. — Die Zukunft wird zu zeigen haben, welche praktische Vortheile derartige Anwendungen des mikroskopischen Photographirapparates darbieten, d. h. wie weit feinere Strukturverhältnisse, die bei der ersten Aufnahme das Auge noch nicht erkennt, durch die folgenden sichtbar gemacht werden können.

Dritter Abschnitt.

Das binokuläre, das stereoskopische und das Polarisationsmikroskop.

Der Gedanke, Mikroskope herzustellen, durch welche gleichzeitig mehrere Personen einen und denselben Gegenstand zu beobachten im Stande sind, liegt nahe genug und ohne Zweifel würden derartige Instrumente einem Lehrer bei seinen Demonstrationen sehr bequem sein müssen.

Man kann nun durch Verwendung von Prismen über dem Linsensystem die durch dasselbe getretenen Lichtstrahlen in zwei, drei, vier Strahlenbündel zerlegen und zwar auf dioptrischem Wege, durch ein achromatisches zusammengesetztes Prisma (Fig. 44) so wie auf katoptrischem durch Totalreflexion, wie sie z. B. die Prismenverbindung Fig. 45 zeigt. Bringt man eine entsprechende Anzahl von Mikroskopröhren, jede mit einem besonderen Okular versehen, für die zerlegten Strahlenbündel, darüber an, so wird es für eine Anzahl von Personen möglich, zu-

Fig. 44.

Fig. 45.

gleich zu beobachten. Um die individuelle Einstellung zu ermöglichen, ist dann das Okular in seiner Röhre mittelst einer Schraube zu bewegen.

Die Zerspaltung der Strahlenbündel, welche das Linsensystem passirt haben, in zwei, drei oder vier ist natürlich mit einer entsprechenden Abnahme der Lichtintensität verbunden; anderes Licht geht dann durch die Prismen verloren. So wird es nur möglich, schwächere Linsensysteme bei solchen multokulären Mikroskopen, wie man sie genannt hat, anzuwenden, und die Bilder lassen auch dann in der Regel viel zu wünschen übrig. In neuerer Zeit sind namentlich von Nachet in Paris derartige binokuläre, triokuläre und quadrokuläre Mikroskope konstruirt und in den Verkehr gebracht worden.

Das binokuläre Mikroskop kann aber auch so eingerichtet werden, dass seine zwei Röhren für die beiden Augen eines und desselben Beobachters zur Verwendung kommen. Erhalten diese eine der Konvergenz der Augenaxen entsprechende Stellung, so werden die beiden Bilder sich decken und eine nicht mehr flächenhafte, sondern körperliche Ansicht des Gegenstandes die Folge sein müssen. Wir erhalten auf diesem Wege das stereoskopische Mikroskop, die einzig zweckmässige Verwendung des binokulären. Einem Amerikaner, Riddelli, verdankt man die Herstellung der ersten Instrumente dieser Art. Seit jener Zeit

haben namentlich englische Optiker mit einer gewissen Vorliebe diese stereoskopischen Mikroskope konstruirt, z. B. die Ross'sche Firma in London, und Einrichtungen getroffen, wodurch die gewöhnlichen Instrumente leicht in stereoskopische verwandelt werden können. Die zur Zeit dort übliche, sehr zweckmässige Wenham'sche Einrichtung versinnlicht dem Leser unsere Fig. 46. Mit dem Hauptrohr des Instrumentes, *A* 1, ist beweglich — d. h. Annäherung und Ent-

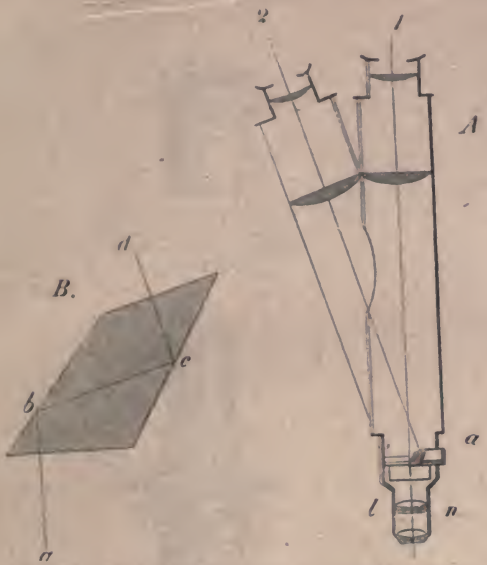


Fig. 46. Wenham's Einrichtung des stereoskopischen Mikroskops.

Fig. 47. Stereoskopisches Mikroskop von Crouch.

fernung gestattend — das Nebenrohr 2 verbunden. Bis an die optische Axe des Rohres 1 ragt ein kleines Prisma *a*, dessen Form die vergrösserte Zeichnung *B* genauer erkennen lässt. Jeder Strahlenbündel wird nach dem Austritt aus dem Linsensystem so getheilt, dass der eine unabgelenkt durch das Rohr 1, der andere durch das Prisma *B* in der Richtung *a b c d* gebrochen in das Nebenrohr 2 gelangt. Auch Nachet liefert seit Jahren stereoskopische Mikroskope, ebenso Hartnack, dessen stereoskopisches Okular unsere Figur 48 versinnlicht. Ueber den Werth der Instrumente sind die Meinungen getheilt, und ist derselbe von manchen Seiten sicher überschätzt worden. Ob die Wissenschaft von ihnen einen Gewinn ziehen wird, müssen wir der Zukunft überlassen. Als Beispiele haben wir übrigens in unserer Fig. 47 ein solches Instrument von H. und W. Crouch in London und in Fig. 49 eins von Nachet kopirt.

Fig. 48. Stereoskopisches Okular von Hartnack. Durch den Knopf *c* können die beiden Röhren *b* nach Bedürfniss gestellt werden; *a* zum Einsatz in die Mikroskopröhre.

Einen hohen wissenschaftlichen Werth hat dagegen die Untersuchung der Gewebe im polarisirten Lichte, indem uns hierdurch molekuläre Verhältnisse jener offenbar werden, welche bei der Durchmusterung im gewöhnlichen Lichte völlig verborgen bleiben. Allerdings ist die Erklärung des Gesehenen in vielen Fällen eine schwierige und überhaupt in Gebiete der Optik führend, welche dem ärztlichen Beobachter weniger bekannt zu sein pflegen.

In sehr einfacher Weise lässt sich jedes gewöhnliche Instrument in ein Polarisationsmikroskop verwandeln, indem man

es mit einem sogenannten Polarisator und einem Analysator versieht. Hierzu bedient man sich der sogenannten Nicol'schen Prismen aus doppelbrechendem isländischem Kalkspath. Sie werden so aus dem Kalkspathkrystall hergestellt, dass nur der eine von den beiden durch die Doppelbrechung erhaltenen Strahlenbündeln durch das Prisma hindurchtritt, während der andere durch Reflexion verloren geht.

Fig. 49. Stereoskopisches Mikroskop von Nachet.

Fig. 50. Polarisator. Die Röhre *a* in den Tisch eingepasst; *b* Sammellinse aus Flintglas.

Fig. 51. Hartnack's Analysator neuer Konstruktion. Das Okular *b c* dreht sich in einer Hülse, welche durch die Schraube rechts an dem Mikroskop fixirt wird und einen graduirten Kreisbogen bei *a* führt; *d* Nonius.

Der Polarisator kommt dicht unter das Objekt, am zweckmässigsten mit einer Sammellinse versehen (Fig. 50) in die Oeffnung des Mikroskoptisches; der Analysator dagegen erhält verschiedene und keineswegs gleich gute Stellungen. In der Regel setzten ihn die Optiker über das Objektiv in die Mikroskopröhre, eine Einrichtung, bei welcher aber ein allzugrosser Lichtverlust entstand, der bei der Ermittelung schwacher Doppelbrechung sehr unangenehm wurde. Bei weitem zweckmässiger steht, in eine Metallröhre eingeschlossen, der Analysator auf dem Okulare. Allerdings, namentlich bei einem kleineren Nicol, wird das Sehfeld hierdurch ganz ausserordentlich verkleinert sein, dagegen aber auch viel mehr Licht darbieten als das grössere Feld bei der erstgenannten Placirung. In neuerer Zeit hat Hartnack über dem Polarisator eine plankonvexe Flintglaslinse von kurzer Brennweite (Fig. 50 *a*) angebracht, den Analysator (Fig. 51) in das Okular (*b*) und mit letzterem in einem graduirten Kreisbogen (*a*) rotirend angebracht. Hierdurch hat er die Leistungsfähigkeit seines Polarisationsapparates wesentlich erhöht.

Man richtet die beiden Nicol's zuerst so, dass ihre Polarisationsebenen einander parallel laufen, und erhält das Sehfeld erleuchtet. Dieses kann nun, namentlich bei schwacher Doppelbrechung, nicht intensiv genug erhellt werden. Ein schon oben von uns erwähnter Kondensor über dem polarisirenden Kalkspath-

prisma leistet hier sehr gute Dienste, worauf schon vor Jahren H. von Mohl hingewiesen hat.

Stellt man die Polarisationsebenen dann rechtwinklig zu einander, indem man den Analysator um 90° dreht, so entsteht das verdunkelte Sehfeld (und zwar muss es bei einem guten Apparate auf das Vollständigste verdunkelt erscheinen), und doppelbrechende Körper treten entweder leuchtend oder in Farben hervor.

Die Drehung geschieht in verschiedener Weise, entweder, wie so eben schon bemerkt wurde, indem man den auf oder in dem Okular stehenden Analysator rotiren lässt, oder bei einem drehbaren Objekttisch diesen in Bewegung setzt. Ist der Tisch unbeweglich und das analysirende Prisma in dem Mikroskoprohre über dem Linsensysteme eingesetzt, so bringen die Optiker an jenem eine besondere Vorrichtung an, vermöge deren es in seiner Hülse gedreht werden kann.

Handelt es sich um Erkennung schwacher Doppelbrechung, so sollen die zu untersuchenden Gegenstände möglichst durchsichtig präparirt werden. Ein Einschluss in Kanadabalsam, der vielleicht für eine gewöhnliche Beobachtung eine völlig unbrauchbare Aufhellung herbeibrächte, leistet daher hier ausgezeichnete Dienste.

Jedes auffallende Licht muss sorgfältig bei subtileren Beobachtungen abgehalten werden, indem man eine Kappe über den Objekttisch stürzt.

Dünne Gyps- und Glimmerplättchen von verschiedener Dicke, über dem Polarisator eingeschaltet, bilden dann das gebräuchliche Hülfsmittel, um lebhafte Polarisationsfarben zu erzielen und über den Charakter doppelt brechender Thiergewebe zu entscheiden. Sie werden dann unter 45° orientirt. Ein Gypsblättchen liefert lebhaftere Farben als eins von Glimmer. Am zweckmässigsten kommen derartige Blättchen von einer Dicke zur Verwendung, welche das Roth erster Ordnung giebt. Indessen auch bei Einschaltung eines Blättchens von einer solchen Dünne, dass das Sehfeld noch keine Farbe erhält, wird die Schärfe des mikroskopischen Polarisationsapparates erhöht.

Vierter Abschnitt.

Die Prüfung des Mikroskops.

Die Prüfung und Beurtheilung der optischen Leistungen eines Mikroskops, wozu wir natürlich auch die Stärke seiner Vergrösserungen rechnen, hat auf Mancherlei Rücksicht zu nehmen und wird, wenn es sich um Ergründung sehr feiner Unterschiede namentlich bei den stärksten Objektivsystemen handelt, zu einem schwierigen Geschäfte.

Um die Vergrösserung eines Mikroskops zu ermitteln, kann man einmal die Fokallänge des Linsensystemes und der das Okular zusammensetzenden Gläser messen und hiernach die Vergrösserung berechnen, worüber die Lehrbücher der Physik das Weitere mittheilen.

Weit bequemer ist es dagegen, die Gesammtvergrösserung der einzelnen Kombinationen direkt zu messen.

Man verwendet dazu einen mit feinerer Theilung versehenen gewöhnlichen Objekt-Glasmikrometer und bringt auf dem Mikroskoptische einen Maassstab an. Vermöge des Doppelsehens, welches aber eingeübt sein will, damit man Kopf und Augapfel ruhig halte, wird man das Bild der Mikrometertheilung mit dem auf

dem Tische des Instrumentes gelegenen Maassstabe zusammenfallend erblicken und erkennen, wie sich die beiderlei Zwischenräume zu einander verhalten. Angenommen, der Maassstab besitze eine Millimetertheilung und der Mikrometer habe in der gleichen Einheit den Millimeter in 100 Theile getheilt. Es fallen nun zwei Zwischenräume des Maassstabes mit einem Zwischenraume des Mikrometerbildes zusammen. Die Vergrösserung der zu messenden mikroskopischen Kombination ist also eine 200fache.

Jetzt handelt es sich noch um die Entfernung der Okularhöhe von dem Objekttische, um mit Unterlegung einer als Norm angenommenen mittleren Sehweite einen bestimmten Ausdruck zu erhalten. Wie schon früher bemerkt, werden hier S. 10 Zoll, 25 Centimeter angenommen. — Bleiben wir bei der letzteren Sehweite stehen. Beträgt nun z. B. die Entfernung vom Bilde und Auge über dem Okular 20 Centimeter, so wird die Vergrösserung bei einer Sehweite von 25 Centimetern 250fach sich gestalten. Es ist erforderlich, auf diesem Wege die verschiedenen Okularvergrösserungen eines und desselben Linsensystemes zu bestimmen. Von den übrigen Linsensystemen genügt dann immer je eine Bestimmung, z. B. mit dem schwächeren Okular, um durch Rechnung die Stärke der anderen Okularvergrösserungen zu finden.

Bei dieser Bestimmung verwende man wegen einer etwa vorhandenen Bildverzerrung nur die in der Mitte des Sehfeldes gelegene Theilung.

Zweckmässig kann man auch das auf dem Tische projizirte Mikrometerbild mit einer Zirkelspitze abmessen und die Grösse dann am Maassstabe bestimmen.

Auch die verschiedenen Projektionsapparate, namentlich Prismen auf dem Okulare, können passend zur Verwendung kommen.

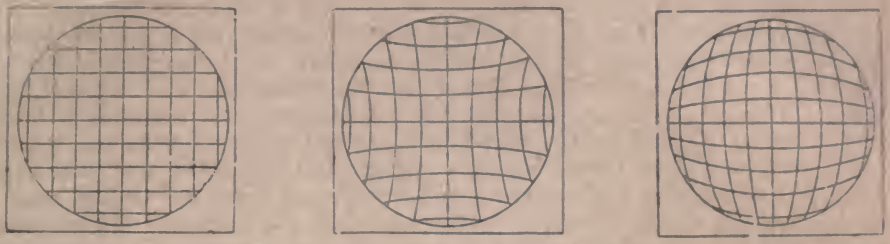
Jedes brauchbare Instrument der Gegenwart sollte in seinen Linsen eine sorgfältige Korrektion der sphärischen Aberration erfahren haben. Man hat mehrfache Mittel angewendet, um dieselbe zu prüfen. Diese sind in den grösseren über das Mikroskop handelnden Arbeiten von Mohl und Harting ausführlich behandelt worden. Will man rasch einige Versuche mit seinen Linsen machen, so empfiehlt sich ein mit Tusche dick überzogener Objektträger, in welchen man mittelst einer feinen Nadelspitze sehr kleine Kreise oder andere Figuren einritzt. Stellt man nun mit durchfallendem Lichte das System auf einen solchen Kreis ein, so soll ihn dasselbe von schwarzem Grunde scharf abgeschnitten und ohne einen umgebenden Lichtnebel zeigen. Bringt man den Kreis dann aus dem Fokus, so breitet sich derselbe, indem seine scharfen Ränder sich verwischen, allmählich aus, ohne einen stärkeren Lichtnebel nach innen oder aussen über das schwarze Sehfeld zu verbreiten.

Dann ist zweitens die hinreichende Korrektion der chromatischen Aberration zu beachten. Vollständig kann dieselbe nicht sein, weil es kein Mittel giebt, das sogenannte sekundäre Spektrum zu entfernen. Es handelt sich also nur hier um möglichste Wegschaffung. Die Linsensysteme der Gegenwart sind meistens in Hinsicht auf Farbenzerstreuung überkorrigirt und zeigen einen bläulichen Rand. Unterkorrigirte Systeme ergeben unter den gleichen Verhältnissen den rothen Saum, welcher dem Auge weniger angenehm erscheint, obgleich die Schärfe des Bildes die gleiche bleibt.

Von grossem Werthe ist dann für die Brauchbarkeit eines Instrumentes das ebene Sehfeld. Hier sind, wie wir früher fanden, zweierlei Dinge auseinander zu halten, nämlich einmal die Krümmung der Bildfläche und dann eine Verzerrung des Bildes.

Bestreuen wir eine ebene Glasplatte mit einem sehr feinen Pulver, so werden wir bei einer Ebenung der Bildfläche die Moleküle der Zentralpartie des Sehfeldes gleichzeitig in derselben Deutlichkeit wie die peripherischen erblicken müssen. Bei einer vorhandenen Wölbung erfordern dagegen die den Randtheil des Sehfeldes einnehmenden Moleküle eine tiefere Einstellung.

Bei einem nicht verzerrten Bilde wird uns ein in quadratische Felder getheilter Glasmikrometer, welchen wir auf den Objekttisch gelegt haben, wie in unserer Fig. 52*a* erscheinen müssen, während dagegen eine vorhandene Verzerrung, je nachdem die Vergrösserung von innen nach aussen zu- oder abnimmt, die Bilder des Maschennetzes ergiebt, welche unsere Figuren *b* und *c* darstellen.



a *b* *c*

Fig. 52. Quadratischer Glasmikrometer.

Hält man sich auf rein praktischem Gebiete bei der Prüfung eines Mikroskopes, so muss, wenn es sich um den Werth eines Linsensystemes handelt, beachtet werden, zu welchem Zwecke jenes von dem Optiker konstruirt worden ist, ob für auffallendes Licht oder ob für vom Spiegel reflektirtes, und wenn letzteres der Fall ist, ob für zentrische oder schiefe Beleuchtung. Ein System kann z. B. bei dieser Vieles leisten und für zentrisches Licht recht mittelmässig sein; umgekehrt stellen viele Optiker in letzterer Hinsicht sehr gute Systeme her, welche bei schiefer Beleuchtung den Dienst versagen. Es ist eben unmöglich, alle die verschiedenen, zum Theil auf entgegengesetzten physikalischen Verhältnissen beruhenden Anforderungen zugleich zu erfüllen. So darf denn auch die Prüfung eines Linsensystemes niemals nur an einem einzigen Probeobjekte vorgenommen werden.

Man vermag an einem Linsensysteme zweierlei Eigenschaften zu unterscheiden, 1) seine definirende, und 2) seine penetrirende oder resolvirende Kraft. Mit Recht konnte Mohl sagen, dass von ersterer die deutliche Erkennung der Umrisse und der Form der Körper, von letzterer die Erkennung der feinen Struktur abhänge.

1. Das Definitionsvermögen eines Objektives ist bedingt durch die vollkommene Korrektion der sphärischen und auch der chromatischen Abweichung. Eine derartige Eigenschaft muss in hinreichendem Grade von einem jeden besseren Linsensysteme der Gegenwart erwartet werden, zu welchen Zwecken dasselbe auch immerhin dienen soll. Linsen mit einem geringeren Oeffnungswinkel ergeben leichter eine gute Definition als solche mit grossem, und eine sehr hohe Steigerung jenes Winkels pflegt das Definitionsvermögen zu beeinträchtigen.

Es ist eine gewisse Uebung erforderlich, ein gut definirendes Objektiv zu erkennen. Die Umrisse des von ihm erhaltenen Bildes erscheinen sehr fein und scharf; neben einander liegende und über einander geschobene Gegenstände derselben optischen Ebene zeigen ihre einzelnen Umrisse deutlich, so dass man sich leicht orientirt; das ganze Bild, einem guten Kupferstiche oder einem Drucke mit scharfen Lettern gleichend, hat etwas Reines und Elegantes. Um den Gegensatz zu erkennen, versehe man nur die Mikroskopröhre mit einem überstarken Okulare. Dicke, unreine Konturen und verminderte Deutlichkeit des Bildes werden dem Beobachter entgegentreten; das Ganze wird wie ein Druck mit stumpfen, losen Lettern erscheinen. Gerade diese Schärfe und Nettigkeit des Bildes ist es, welche anfangs zu Gunsten eines derartigen Linsensystemes einnimmt, während ein solches mit starkem Penetrationsvermögen blassere, mehr milchige Bilder zu geben pflegt, und seine hohen Vorzüge erst dem Kenner entfaltet.

Möglichst gut definirende Systeme sind ein Haupterforderniss für jedes zu wissenschaftlichen Arbeiten bestimmte Mikroskop.

2. Das penetrirende oder auch resolvirende Vermögen einer Linsenkombination beruht darin, an den Oberflächen eines Gegenstandes und im Innern desselben sehr feines Detail zur Anschauung zu bringen. Die Vervollkommnung jenes ist das Streben und der Stolz der jetzigen Mikroskopverfertiger geworden und hat überhaupt die vortrefflichen Objektive der Neuzeit in das Leben gerufen.

Die resolvirende Kraft einer Linsenkombination hängt aber ab von der Grösse des Oeffnungswinkels und folglich von der Schiefheit der Lichtstrahlen, welche das System von den verschiedenen Punkten der Objektoberfläche noch aufzunehmen vermag. Handelt es sich um sehr dicht stehende Linien einer durchsichtigen Oberfläche, mögen sie nun Leisten oder Furchen ihren Ursprung verdanken, so tritt hier der Werth schiefer Beleuchtung uns entgegen. Es ist nämlich klar, dass über derartige Unebenheiten Lichtstrahlen, welche zentrisch durch das Objekt gehen, weniger ergeben werden als solche, welche schief auf die Oberfläche des letzteren fallen. So sieht man vermöge mittelstarker Objektive mit ansehnlicherem Oeffnungswinkel in schiefer Beleuchtung Dinge, von denen die zentrische keine Spur erkennen lässt. Ein Objektiv dagegen mit sehr grossem Oeffnungswinkel wird allerdings auch bei der zentralen Beleuchtung schon so viele Strahlen von grosser Schiefheit aufzunehmen im Stande sein, dass die gleiche Wirkung sich ergiebt wie durch die Anwendung schiefen Lichtes bei einer schwächeren Kombination. Verbindet man aber bei einem derartigen starken Systeme mit sehr grossem Oeffnungswinkel die schiefe Beleuchtung, so wird man zur Auflösung jener Ungleichheiten eine grössere auflösende Kraft erhalten, als sie einer schwächeren Linsenkombination mit geringerem Oeffnungswinkel überhaupt je zukommen kann.

Nach dem soeben Bemerkten wird es begreiflich sein, wie gerade die Vergrösserung des Oeffnungswinkels in den letzten Zeiten ein Hauptbestreben der Optiker gewesen ist.

So sehen wir, dass ältere Instrumente nur den geringen Winkel von 50 und 70^0 an ihren stärksten Systemen darbieten. Schon im Jahre 1851 jedoch hatte die berühmte Londoner Firma Andrew Ross ihren stärkeren Systemen Oeffnungswinkel von 107 und 135^0 gegeben, ein paar Jahre später bis 155^0. Aber auch hierbei ist man nicht stehen geblieben; denn es wurden in neuester Zeit Winkel von 160, 170, ja 176—180^0 erreicht, wobei als wirklich nutzbarer Theil der Oeffnung ungefähr 130—146^0 übrig bleiben.

Derartige Systeme sind, wenn es sich um penetrirende Kraft handelt, von höchstem Werthe, während das Definitionsvermögen bei einer Kombination mit geringerem Oeffnungswinkel relativ höher auszufallen pflegt.

Schon früher (S. 14) haben wir des Einflusses gedacht, welchen die Dicke der Deckgläschen auf die Schärfe der mikroskopischen Bilder übt. Man pflegt an allen starken Systemen den ebenfalls in jenem vorhergehenden Abschnitte besprochenen Korrektionsapparat anzubringen, um die Linsen nach Bedürfniss einander zu nähern oder weiter zu entfernen (Fig. 53), je nachdem dickere oder dünnere Deckplättchen zur Verwendung gekommen sind. Derartige Linsensysteme sind zum Theil nur trocken, d. h. mit einer Luftschicht zwischen der Oberfläche des Glasplättchens und der Unterfläche der letzten Linse zu benutzen, zum Theil nur, indem diese Luftschicht durch eine Schicht Wasser ersetzt wird, und heissen dann Immersionssysteme. Andere moderne Kombinationen können aber auch in beiden Medien zur Verwendung kommen.

Fig. 53.
Linsensystem mit Korrektionsapparat.

Mit Recht wurden jene Immersionssysteme als ein grosser Fortschritt begrüsst, und durch Herstellung trefflicher derartiger Kombinationen von sehr starker Vergrösserung und sehr billigem Preise hat sich seit einer Reihe von Jahren

Hartnack einen glänzenden Ruf erworben. Die Hartnack'schen Immersionssysteme zerfallen in solche mit einfacher Korrektion und in solche mit doppelter. Bei den ersteren verschieben sich die beiden unteren Linsen in unveränderlicher Stellung gegen die obere dem Okular zugekehrte*). Bei den kürzlich hergestellten stärksten mit doppelter Einstellungsvorrichtung ändert sich während des Drehens in bestimmtem Verhältniss auch noch die Stellung der mittleren zur unteren Linse*).

Wenn es sich fragt, worin der optische Vorzug eines solchen Immersionssystemes gegenüber gewöhnlichen »trockenen« Linsenkombinationen begründet ist, so wollen wir hier eine der grössten Autoritäten sprechen lassen. Harting in einem anziehenden Aufsatze bemerkt folgendes:

»Da das Wasser ein stärker lichtbrechendes Medium ist als die Luft, so nimmt die Reflexion der Lichtstrahlen an der Oberfläche des Deckplättchens und weiterhin an der Unterfläche des Objektivs bedeutend ab, ja sie kommt fast gänzlich in Wegfall. Folglich dringen auch mehr Lichtstrahlen in's Mikroskop und die dünne Wasserschicht hat die nämliche Wirkung, wie eine Vergrösserung des Oeffnungswinkels. Diese günstige Veränderung wird dann hauptsächlich den Randstrahlen zu Theil, die am schiefsten einfallen. Die Randstrahlen betheiligen sich daher stärker an der Bildung des vor dem Okular auftretenden Bildes, und da sie beim Durchgang durch ein durchsichtiges Objekt zumeist von ihrer Bahn abgebogen werden und die kleinen dadurch hervorgerufenen Abweichungen an dem Bilde sichtbar werden, so muss das Unterscheidungsvermögen des Mikroskops durch jene Zwischenschicht von Wasser sich steigern.«

Indem nun aber diese Wasserschicht denselben Effekt wie eine Verdickung des Deckplättchens übt, wird dieselbe ganz verändernd auf die sphärische und chromatische Aberration einwirken müssen. So bemerken wir denn auch, dass die für Immersion berechneten Systeme in der Luft nur unschöne und unklare Bilder geben. Es ist also die eingeschobene Wasserschicht ein integrirender Bestandtheil, ein neues optisches Element der Kombination, und sie kann zur Beseitigung der noch rückständigen sekundären Aberration einen vortheilhaften Einfluss üben.

Noch in einer dritten Weise endlich wird das optische Vermögen eines Objektivsystems durch die Wasserschicht gesteigert. Da die letztere einem Deckplättchen gleich wirkt und, wie wir oben gesehen haben, mit der zunehmenden Dicke desselben die Linsen einander näher gerückt werden müssen, so wächst hiermit die Stärke der vergrössernden Kraft und des Oeffnungswinkels.

Was damit erreicht werden kann, zeigte Harting. Bei der Prüfung eines Hartnack'schen Systemes aus dem Jahre 1860 erhielt er bei den verschiedenen Stellungen des Korrektionsapparates den Oeffnungswinkel von 166—172° mit einem nutzbaren Theile von 135—140° und einer Brennweite von 1,8—1,6 Mm. Ein stärkeres System von Powell und Lealand in London hatte einen Oeffnungswinkel von 175—176° mit 145° Oeffnung und eine Brennweite bei grösster Linsenannäherung von 1,36 Mm. Es leistete Gleiches, wie das Hartnack'sche System, und wenn überhaupt ein Unterschied bestand, wie gering er auch sein mochte, so

*) Noch einige Bemerkungen über den Gebrauch jener Immersionssysteme dürften hier am Platze sein. Man giebt auf den Objektträger mit einem Glasstäbchen oder einem Pinsel ein Tröpfchen destillirten Wassers, ein zweites auf die Unterfläche der Linse. Nun nähert man vorsichtig bis zum Zusammenfliessen beider Tröpfchen und stellt alsdann genau in den Fokus ein. Durch Schrauben wird man erkennen, ob das Bild schärfere oder weniger feine Umrisse annimmt, und so bald zur besten Linsenstellung gelangen. Bei der Hartnack'schen Einrichtung ist natürlich nach jeder Linsenverschiebung der Fokus aufs Neue zu suchen, nicht so aber bei derjenigen englischer Optiker, wo während der Korrektion die unterste Linse unverändert stehen bleibt. Die mittlere Schieberstellung Hartnack'scher Immersionssysteme entspricht beiläufig einem Deckplättchen von ungefähr 0,1 Mm. Dicke. Nach geschehener Benützung ist die Unterfläche des Systemes sorgfältig mit einem feinen Tuch abzutrocknen.

war gewiss das Objektiv von Powell und Lealand nach Harting's Prüfung das stärkere.

Seit dieser Zeit sind wieder mehr als zehn Jahre vergangen und Manches hat sich inzwischen geändert. Die Hartnack'schen Immersionssysteme No. 9 und 10 mit Oeffnungswinkeln von circa 170 und 175° sowie der nominellen Brennweite von $^1/_{12}$ und $^1/_{16}$ Zoll sind seit Jahren zur allgemeinsten Anerkennung gelangt und ein noch stärkeres System No. 11 ($^1/_{18}$″) mit 176° Gesammtöffnungswinkel von diesem Optiker bald darauf in den Verkehr gebracht worden. Hinterher hat Hartnack noch eine ganze Reihe stärkerer Systeme konstruirt. No. 12 entspricht $^1/_{21}$, No. 16 $^1/_{40}$ und das höchste No. 18 $^1/_{50}$″ der Engländer.

Es ist, wie sich von selbst begreift, von hohem praktischen Werthe, möglichst gleichartige Objekte von so zarter und feiner Textur aufzufinden, dass an ihrer Erkennung oder Auflösung das optische oder — richtig gesagt — das penetrirende Vermögen einer Linse genau taxirt werden kann. Solche Gegenstände werden »Probeobjekte« (Test-Objekte) genannt. Ihr Studium ist von Interesse und Bedeutung. Dem Anfänger, welcher wissen will, was das vielleicht neu erworbene Instrument leistet, sind derartige Test's als übend zu empfehlen, da die Auflösung vieler gar nicht leicht ist, und man das genaue Einstellen des Fokus, die geschickte Verwendung der Beleuchtung an ihnen erlernen kann. Einige dieser Probeobjekte, die feinsten, sind von einer solchen Schwierigkeit, dass der Anfänger sich Stunden hindurch ganz vergeblich bemühen wird, und sie selbst dem Geübten längere Arbeit bereiten können. Durch sorgfältiges Einüben kann man es auch hier zu einer gewissen Virtuosität bringen und so dem nicht Routinirten, der möglicherweise an seinem Instrumente zu verzweifeln beginnt, in wenigen Minuten durch den Augenschein die Beruhigung gewähren, welcher Leistungen in geschickter Hand jenes fähig ist. Dann hat das Bemühen, immer feinere und schwierigere Test-Objekte aufzufinden und so den Optikern immer höhere Ziele vorzuhalten, zu dem grossen Aufschwunge in der Konstruktion der Linsensysteme geführt, dessen die Gegenwart sich erfreut. Es ist deshalb nicht gerechtfertigt, auf derartige Studien der Probeobjekte als unnütze Spielereien mitleidig herabzusehen, wie man es hier und da bei mikroskopischen Notabilitäten antrifft*).

Fig. 54. Schuppe von Papilio Janira.

Solcher Probeobjekte sind nun im Laufe der Zeiten gar manche angepriesen und bei der steigenden Ausbildung der praktischen Optik wieder verlassen worden. So kann alles dasjenige, was bis zum Jahre 1840 empfohlen worden ist, alle die verschiedenen Haare und Schuppen von Schmetterlingen, von flügellosen Insekten**), als »überwundener Standpunkt« betrachtet werden. Mit diesen Mitteln einer früheren Epoche gegenwärtig ein Mikroskop ersten Ranges prüfen zu wollen, würde eine Beleidigung des Optikers sein, aus dessen Institut jenes Werkzeug hervorgegangen ist.

Im Jahre 1846 lenkte einer der ersten Kenner des Mikroskops, H. von Mohl, die Aufmerksamkeit auf die helleren Schuppen der Vorderflügel von Papilio Janira ♀, welche er durch den Italiener Amici, den berühmtesten Mikroskopverfertiger der damaligen Epoche, kennen gelernt hatte. Neben den bekannten Längslinien müssen in diesem Probe-

*) M. Schiff hat sich in ähnlicher Weise über den Werth der Test-Objekte ausgesprochen. Manche seiner Ansichten über die Struktur der Diatomeenschalen können wir jedoch nicht theilen.

**) Bekanntlich hat die Trichinenkrankheit in unseren Tagen zur mikroskopischen Fleischschau und zur Herstellung einer Unzahl billiger, nur diesem Zwecke bestimmter Instrumente geführt. Zu ihrer Prüfung bilden die altbekannten Schuppen eines flügellosen Insektes, des Lepisma saccharinum, ein brauchbares Probeobjekt. Wir werden diesen Gegenstand bei der Untersuchung der Muskeln zu erörtern haben.

objekt feine, dicht gedrängt stehende $^1/_{1200}$ Mm. entfernte Querlinien scharf, und nicht körnig zum Vorschein kommen (Fig 54). Mohl bemerkte damals, dass man mit einer Vergrösserung, welche nicht 200 überschritte, von jenen Querlinien nichts zu sehen vermöge, und dass es überhaupt eines Instrumentes mit sehr starken und sehr guten Linsen bedürfe, um bei 220- bis 300facher Linearvergrösserung jene Querzeichnung scharf und deutlich zu erkennen. Als damals die Probe vollkommen bestehend, führte er nur die Mikroskope von Amici, Plössl und ein einziges von Oberhäuser an. Ich selbst erinnere mich noch recht wohl, wie ich als Student mit einem für die damalige Zeit sehr brauchbaren Schiek'schen Mikroskop, meinem langjährigen Begleiter, mich quälen und mühen musste, jene Querzeichnung nur leidlich zur Ansicht zu bekommen.

Heutigen Tages würde ein Instrument schlecht zu nennen sein, das bei 200facher Vergrösserung in der Auflösung der Janira-Schuppen etwas zu wünschen liesse. Mittelst eines grossen aus dem Jahre 1861 stammenden Hartnack'schen Instrumentes sehe ich sie (an einem von Kellner herrührenden Test-Objekt) ohne alle Kautelen mit zentrischer Beleuchtung schon bei 120facher Vergrösserung (System 5, Okular 2). Nur für mittelstarke Systeme verdienen die Schuppen des Papilio Janira heutigen Tages noch ein Prüfungsmittel genannt zu werden.

An die Stelle der Schmetterlingsschuppen sind die Kieselpanzer der Diatomeen getreten, von welchen man diejenigen mit den feinsten und dichtest stehenden Zeichnungen verwendet.

Für die Feinheit der Zeichnungen kann eine durch Dippel zusammengestellte Tabelle eine Vorstellung gewähren.

Auf $^1/_{100}$ Mm. kommen Streifen

bei Pinnularia nobilis 4—6
- Pleurosigma formosum 12—14
- - attenuatum 15—16
- - angulatum 22—23
- Grammatophora marina 25
- Nitzschia sigmoidea 30—31
- Navicula rhomboides (affinis, Amicii) 30
- Surirella Gemma (Längslinien) 30—32
- Grammatophora subtilissima 32—34
- Frustulia saxonica 34—35.

Von den zahlreichen Diatomeenpanzern verdienen mehrere als von besonderer Wichtigkeit hervorgehoben zu werden, nämlich einmal die schon in der Tabelle aufgeführten Pleurosigma angulatum und Nitzschia sigmoidea; dann Navicula Amicii, Surirella Gemma, und die durch den verstorbenen Professor Bailey aus Nordamerika bekannt gewordene Grammatophora subtilissima. Die beiden letzteren Objekte (wir haben hier stets diejenigen im Auge, wie sie von Bourgogne aus Paris bezogen werden können) sind höchst schwierig, und in ihrer Auflösung besteht das Mikroskop eine harte Probe. Reinicke (Beiträge zur neueren Mikroskopie. 3. Heft. Dresden 1863) hat auf die Frustulia saxonica, in Kanadabalsam liegend, als ein sehr subtiles Probeobjekt aufmerksam gemacht. Ihre Querlinien sind nicht sehr dicht stehend, aber sehr zart und mühsam wahrnehmbar. Auf der letzten Londoner Industrieausstellung wurde als Test-Objekt die Navicula affinis, in Kanadabalsam liegend, benutzt. Ihre Längsstreifen ergeben sich nicht schwierig, während dagegen die Querlinien sehr scharf und fein sind, so dass ich ihre Auflösung (im Bourgogne'schen

Fig. 55. Pleurosigma angulatum.

Präparat) für schwieriger als die Bewältigung von Surirella Gemma und Grammatophora erklären muss. Dann hat Bailey noch den Hyalodiscus subtilis empfohlen*).

Das Pleurosigma angulatum (Fig. 55) giebt für die Prüfung des resolvirenden Vermögens guter mittelstarker und starker Objektive bei schiefem Lichte ein vortreffliches Prüfungsmittel ab, muss dagegen bei einem guten Immersionssysteme unter einfacher zentrischer Beleuchtung seine ganze zierliche Zeichnung enthüllen. Bei schiefer Beleuchtung ist das Probeobjekt für Immersionslinsen allzuleicht.

Beginnt man mit schwachen Systemen die Schale des Pleurosigma angulatum zu durchmustern, so erscheint dieselbe glatt und zeichnungslos. Geht man unter Anwendung schiefer Beleuchtung zu stärkeren Systemen über, so kommt ein Moment, wo theils quer über die Schale laufende, theils schiefe und hier sich kreuzende Liniensysteme hervorschimmern. Dann werden von diesen, je nachdem das schiefe Licht die Schale durchdringt, bald die einen, bald die andern deutlicher zum Vorschein kommen.

Fig. 56. Die Felder des Pleurosigma angulatum nach einer Photographie.

Allmählich treten sie ganz scharf hervor und man unterscheidet im glücklichen Falle alle drei — die beiden schiefen in Winkeln von fast 60° (nicht 53) sich schneidend — zugleich mit vollkommener Deutlichkeit, wie sie denn auch meiner Ansicht nach alle in derselben Ebene gelegen sind. Man glaubt es jetzt noch mit vollkommen geraden Linien zu thun zu haben.

Von ihnen eingegrenzt erscheint dann aber bei der zentrischen Beleuchtung und der Benutzung der Immersionslinsen in gedrängter Stellung ein System 6eckiger sehr kleiner und sehr zierlicher Feldchen (Fig. 56). Dieselben, je nachdem man die Fokalstellung ändert, zeigen sich entweder dunkel, von helleren Rändern begrenzt (Fig. 57), oder hell mit dunkleren Rändern (Fig. 56). Soviel lässt sich mit völliger Sicherheit feststellen. Nun entsteht aber die schwierige und keineswegs noch mit vollkommener Sicherheit entschiedene Frage nach der Bedeutung des Bildes. Sind die Feldchen vertieft und die sie umgrenzenden Ränder wallartige Leisten, oder stellen umgekehrt die letzteren Furchen zwischen den gewölbten Feldern dar? Diese Frage ist nach beiden Richtungen von ausgezeichneten Beobachtern beantwortet worden. Ich hielt früher die Vertiefung für wahrscheinlich und also das dunkel erscheinende Feldchen für die richtige Einstellung. Auch

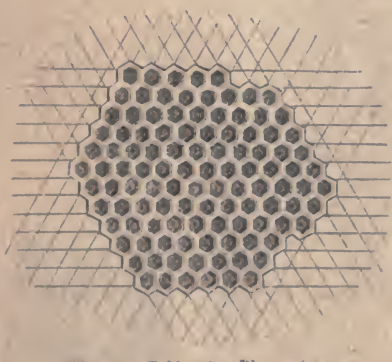


Fig. 57. Felder des Pleurosigma angulatum.

---

*) Eine ganz ausgezeichnete, freilich theuere Diatomeen-Testplatte hat in neuerer Zeit I. D. Möller zu Wedel in Holstein hergestellt. Sie enthält in einer Reihe und in je einem Exemplare 20 immer schwierigere Probeobjekte, nämlich nach der Bestimmung des Dr. Grunow: 1) Triceratium Favus, 2) Pinnularia nobilis, 3) Navicula Lyra var. 4) N. Lyra, 5) Pinnularia interrupta var. 6) Stauroneis Phoenicenteron. 7) Grammatophora marina (Gröber gezeichnet als die Bourgogne'sche Art), 8) Pleurosigma balticum, 9) P. acuminatum, 10) Nitzschia amphioxys, 11) Pleurosigma angulatum, 12) Grammatophora oceanica subtilissima marina, 13) Surirella Gemma für Querlinien, 14) Nitzschia sigmoidea, 15) Pleurosigma Fasciola var., 16) Surirella Gemma für Längslinien, 17) Cymatopleura elliptica, 18) Navicula crassinervis, Frustulia saxonica, 19) Nitzschia curvula, 20) Amphipleura pellucida. Auch Rodig in Hamburg liefert neben vielen prächtigen Objekten eine ähnliche sehr schöne Diatomeenplatte.

M. Schultze hat an der Hand gewisser von Welcker (s. unten) gegebener Vorschriften dieselbe Ansicht ausgesprochen. Später bin ich der entgegengesetzten Ansicht geworden. Auf Weiteres einzutreten, erscheint hier nicht am Platze.

Ein gutes System mit ungefähr 80 bis 100facher Linsenvergrösserung muss bei richtiger schiefer Beleuchtung die Linsensysteme scharf und deutlich auf allen Schalen erkennen lassen, während schwächere Systeme von 40—50facher Vergrösserung schon etwas von jenen Linien zeigen sollten. Wenn keine schiefe Beleuchtung zu Gebote steht, kann man durch einen Kondensor, dessen Mitte etwa noch abgeblendet wird, zum Ziele kommen. Schiefes Licht und drehbarer Tisch erleichtern allerdings sehr. Ein Immersionssystem No. 9, 10 oder 11 von Hartnack zeigt bei zentrischer Beleuchtung auch bei ungünstigem Himmel auf das Schärfste und Schönste die Feldchen. Auch andere Optiker, Amici, Nachet, englische und deutsche Künstler, haben die Auflösung mit ihren stärksten Systemen in letztgenannter Weise zu erzielen vermocht. Das nicht zur Immersion bestimmte neue System No. 9 Hartnack's, wie ich selbst gesehen habe, leistet Aehnliches, ebenso sein neuestes No. 8; ja ein vor mehreren Jahren erhaltenes treffliches No. 7 ergiebt bei derselben zentrischen Beleuchtung mit hoch stehendem Konkavspiegel schon jenes Resultat.

Bei weitem schwieriger und nur mittelst passender schiefer Beleuchtung und sehr genauer Korrektion des Linsensystemes lösen sich die andern schon erwähnten Objekte Nitzschia sigmoidea, Surirella Gemma, Grammatophora subtilissima und Navicula rhomboides. Die erstere ist noch die leichteste Form, die drei letztern bilden dagegen Prüfungsmittel der besten und stärksten Immersionssysteme der Gegenwart.

Fig. 58. Surirella Gemma.

Mit der geringsten Mühe unter jenen Objekten, wie oben erwähnt, ist die Nitzschia sigmoidea aufzulösen. Bei schiefer Beleuchtung tritt auf dem langen schmalen Panzer ein System sehr feiner und dicht stehender Querlinien auf. Die von Bourgogne stammenden Präparate der Nitzschia sigmoidea liegen trocken.

Ein recht feines und nur mühsam zu bewältigendes Probeobjekt ist die Surirella Gemma (Fig. 58). Auf der breiten Fläche gesehen, zeigt die ovale Scheibe zur Mittellinie absteigende parallele Querleisten. Zwischen ihnen tritt, und zwar sehr leicht, ein System feiner, aber deutlicher Querlinien auf. Die weitere, letztere Querlinien rechtwinklig kreuzende Zeichnung ist es nun aber, welche den Werth der Surirella Gemma als eines Test-Objektes ersten Ranges bildet. Es müssen nämlich wellig gebogene parallele Linien von äusserster Feinheit zum Vorschein kommen, welche dem Ganzen ungefähr das Ansehen eines Korbgeflechtes gewähren (Fig. 59). Mit Hülfe seiner besten Linsen gelang vor einigen Jahren Hartnack sogar die Auflösung jener Wellenlinien in ein System sehr verschmälerter hexagonaler Feldchen (Fig. 60). Ich habe dasselbe Resultat mit einem in meinem Besitze befindlichen neuen Immersionssysteme No. 11 und zwar ziemlich leicht erhalten. Das Bourgogne'sche Präparat liegt ebenfalls trocken.

Fig. 59. Längslinien auf dem Kieselpanzer der Surirella Gemma.

Fig. 60. Dieselben in Feldchen zerlegt.

Von gleicher Schwierigkeit ist die Grammatophora subtilissima, wie sie durch Bourgogne

Fig. 61. Grammatophora subtilissima 1. 2 Querlinien derselben.

in Kanadabalsam eingeschlossen in den Verkehr gekommen ist. Ob sie mit der vom amerikanischen Mikroskopiker Professor Bailey zuerst benutzten Art von West Point (U. S.) identisch ist, weiss ich nicht. Ohnehin scheint man dort selbst zweierlei Schalen von ungleicher Schwierigkeit für Grammatophora subtilissima erklärt zu haben.

Von der breiten Fläche gesehen, stellt der Kieselpanzer ein längliches Viereck mit stumpfen Ecken dar (Fig. 61. 1). Die beiden eigenthümlichen gebogenen Längsfurchen theilen die Schale in drei Felder. Die paarigen äusseren Felder (*a*) müssen nun mit Hülfe guter schiefer Beleuchtung sehr feine und sehr dichte Querlinien zu erkennen geben, und zwar bei allen Gehäusen (2. *a*). Das Mittelfeld bleibt frei von allen Zeichnungen.

Es ist dieses jedoch nur ein Theil der Zeichnungen, welchen wir zur Zeit wahrzunehmen im Stande sind. Andere schärfer und gröber gezeichnete Spezies des Genus Grammatophora zeigen nämlich jene Querlinien durch ein System doppelter unter dem Winkel von 60° sich kreuzender Schieflinien durchsetzt, so dass genau die Zeichnung resultirt, welche wir früher von Pleurosigma angulatum beschrieben haben. Ganz vereinzelt scheinen diese Schieflinien der Grammatophora subtilissima dann auch gesehen worden zu sein. So berichtet mir Hartnack, es sei ihm jene Auflösung mit einem seiner stärksten Systeme gelungen, und mit den Immersionssystemen No. 10 und 11 glaube ich selbst wenigstens einen Schimmer davon erhascht zu haben.

Fig. 62. Navicula rhomboides *a* Längs-, *b* Querlinien.

Wir reihen endlich noch einige Bemerkungen über Navicula rhomboides, Sporangialform*) (Fig. 62) hier an. Ihre etwas welligen Längslinien (*a*) erkennt man bei schiefem Lichte mittelst eines guten Immersionssystemes ohne grosse Vorbereitungen. Sie mögen 0,0002—0,00018 Pariser Linie von einander entfernt stehen. Viel gedrängter und ausserst zart erscheinen die zierlichen Querlinien (*b*) des in Kanadabalsam liegenden Exemplares, Sehr schiefes Licht und genaueste Korrektion des Immersionssystemes sind zu jenem Nachweis erforderlich**).

Allen organischen Probeobjekten haftet als Mangel die Eigenschaft an, eben nicht gleich, sondern im glücklichsten Falle nur höchst ähnlich zu sein. Es war daher ein glücklicher Gedanke von Nobert, Glasplatten mit Gruppen paralleler Linien von immer abnehmender Entfernung herzustellen. Die ältesten dieser Platten aus der Mitte der vierziger Jahre zeigten 10 Gruppen. In der ersten war die Entfernung der Linien $^1/_{1000}'''$, in der letzten $^1/_{4000}$. Heutigen Tages bei den Fortschritten der praktischen Optik würden solche Platten keine Prüfungsmittel für Mikroskope ersten Ranges mehr abgeben. Nobert hat späterhin Platten mit 30 Gruppen geliefert, welche (bewunderungswürdige Leistungen der Kunst) freilich 30 Thaler kosten. In neuester Zeit hat er eine Probetafel mit 19 Gruppen ausgegeben, welche in ihrer letzten Abtheilung Striche mit $^1/_{10000}'''$ Entfernung darbietet. So hat die Kunst die Feinheit der Zeichnungen der Diatomeen erreicht. Indessen auch diesen wunderbaren Nobert'schen Platten klebt der Mangel an, dass sie eben nicht identisch sein können, obgleich an den neuesten derselben die Differenzen verschwindend gering sich ergeben. Ueber die Auflösung der letzten

*) Die betreffende Navicula wurde als N. affinis auf der letzten Londoner Industrieausstellung benutzt und war mir in Form eines Bourgogne'schen Präparates als N. Amicii mitgetheilt worden. Die im Text gegebene Bestimmung verdanke ich Th. Eulenstein.

**) Die Erkennung jener Querlinien wird mit einem Immersionssystem No. 11 von Hartnack dem Geübten fast augenblicklich möglich. — Sie ist mir, allerdings mühsam, auch schon mit No. 9 dieses Optikers gelungen. Beiläufig noch die Bemerkung, dass letztere Kombination auch die Surirella Gemma und Grammatophora subtilissima auflösen muss.

Gruppen herrschen noch Verschiedenheiten der Ansichten, was mit der ebenfalls noch nicht gelösten Frage zusammenhängt, wo die Grenze der Sichtbarkeit vermöge unserer heutigen Mikroskope liegt. — Wir führen zunächst die Theilungen der beiden letzteren Probetäfelchen an.

Platte mit 30 Gruppen.				Platte mit 19 Gruppen.			
1. Gruppe	0,001000	Pariser	Linie.	1. Gruppe	$^1/_{1000}$	Pariser	Linie.
5. -	0,000550	-	-	2. -	$^1/_{1500}$	-	-
10. -	0,000275	-	-	3. -	$^1/_{2000}$	-	-
15. -	0,000200	-	-	4. -	$^1/_{2500}$	-	-
20. -	0,000167	-	-	5. -	$^1/_{3000}$	-	-
25. -	0,000143	-	-	6. -	$^1/_{3500}$	-	-
30. -	0,000125	-	-	7. -	$^1/_{4000}$	-	-
				8. -	$^1/_{4500}$	-	-
				9. -	$^1/_{5000}$	-	-
				10 -	$^1/_{5500}$	-	-
				11. -	$^1/_{6000}$	-	-
				12. -	$^1/_{6500}$	-	-
				13. -	$^1/_{7000}$	-	-
				14. -	$^1/_{7500}$	-	-
				15. -	$^1/_{8000}$	-	-
				16. -	$^1/_{8500}$	-	-
				17. -	$^1/_{9000}$	-	-
				18. -	$^1/_{9500}$	-	-
				19. -	$^1/_{10000}$	-	-

Man hat nun die Auflösung jener Theilungen mit schiefem Lichte als Prüfungsmittel der Linsensysteme benutzt. In der 30. Gruppe der älteren Tafel konnte Harting vor Jahren mit einem Hartnack'schen Immersionssysteme No. 10 noch Linien erkennen, und die Auflösung der 25., 26., ja 27. Gruppe ist kein übergrosses Kunststück. An der neueren Probetafel gelang M. Schultze die Auflösung der 15. Gruppe; mir später mit System 11 diejenige der 17. Gruppe. Ein Amerikaner, Woodward (welchem wir treffliche Photographien von Test-Objekten verdanken), bewältigte im Jahre 1869 auch die 19. Gruppe jener merkwürdigen Probetafel.

Schultze hat ferner vor einigen Jahren eine Reihe der besten Linsensysteme der Gegenwart bei zentrischer Beleuchtung geprüft. Die höchsten Leistungen bestanden jetzt in Auflösung der 9. Gruppe mit einem Immersionssystem No. 10 von Hartnack und einem Merz'schen ($^1/_{21}$''). Ich habe diese Versuche wiederholt. Mein älteres Immersionssystem No. 11 löste die 12. (undeutlicher die 13.), No. 10 die 11., die Kombination 7 neuester Konstruktion die 7. Gruppe jener Probetafel. Mein neuestes System No. 11 konnte ich leider nicht prüfen. Es geht aber sicherlich höher als das früher erhaltene.

Wir haben hier endlich noch die Frage zu erörtern, welche Vorschriften und Rathschläge sind demjenigen zu geben, der sich ein Mikroskop erwerben will; wie soll das Instrument beschaffen sein, und welches optische Institut verdient gegenwärtig am meisten empfohlen zu werden.

Derjenige, welcher ein Instrument ersten Ranges besitzen will, wird gegenwärtig meist eines jener grossen Hufeisenstative (Fig. 63) wählen, wie sie von Oberhäuser erbaut und von andern Optikern nachgeahmt worden sind. Die Bequemlichkeit der Handhabung bei einer gewissen Einfachheit lassen uns hier ein wahres Musterstativ erblicken. Der grosse Objekttisch, die Rotation desselben (welche aber sehr genau gearbeitet sein muss und daher theuer kommt), die Mikrometerschraube zur feineren Einstellung, die Beweglichkeit des Spiegels sind ausserordentliche Vorzüge. Der Beleuchtungsapparat könnte allerdings noch verbessert werden, doch reicht er im Allgemeinen aus. Vergleicht man hiermit eines

der Stative, wie sie die englischen Optiker für ihre grossen Instrumente wählen (s. S. 22, Fig. 36), so fällt eine grosse Ueberladung mit Schrauben und unwesentlichem Zubehör unangenehm auf, die für denjenigen, welcher täglich mit dem Instrumente arbeitet, störend wird, da vieles, was hier mechanischen Vorrichtungen zugewiesen ist, die menschliche Hand bequemer vollführt.

Für ärztliche Zwecke wird man den drehbaren Objekttisch leicht entbehren können; weniger schon die schiefe Beleuchtung, und diese, welche ohne grosse Kosten anzubringen ist, sollte in der That an keinem Instrumente mittleren Ranges mehr fehlen. Kleinere Hufeisenstative, dem grossen Gestelle nachgebildet, aber ohne den drehbaren Objekttisch, verdienen darum besonders empfohlen zu werden. Noch kleinere Gestelle sollten einen Plan- und Konkavspiegel, und zur Regulirung der Beleuchtung wenigstens eine Drehscheibe, besser einige Zylinderblendungen besitzen, sowie einen Objekttisch von wenigstens $1^1/_2$ Zoll Breite. Fehlt die schiefe Beleuchtung, so nehme man als Ersatz einen einfachen Kondensor nach Art des Fig. 24) gezeichneten. Ist der Spiegel nur einfach, die Drehscheibe fehlend und der Tisch sehr schmal, wie dieses bei dem sogenannten älteren Microscope à l'hospice von Hartnack der Fall, so bleibt das Stativ allerdings recht mangelhaft.

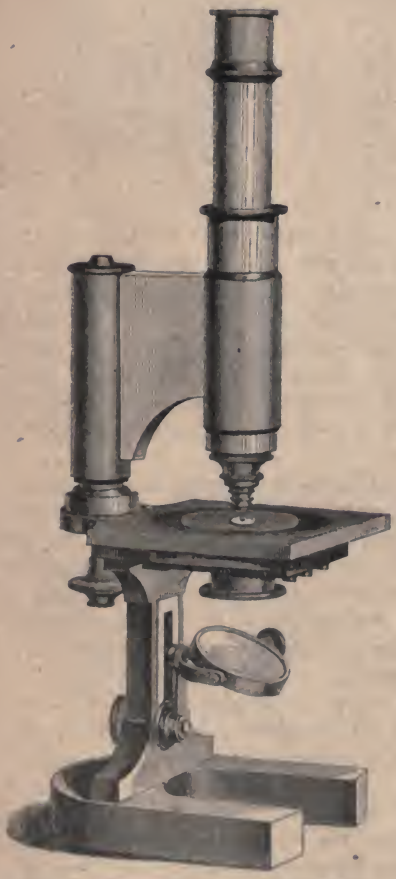


Fig. 63. Grosses Hufeisen-Mikroskop von Hartnack.

Indessen der mechanische Theil eines Mikroskops ist Nebensache und von untergeordneter Bedeutung; der optische Apparat begründet erst den wahren Werth des Instrumentes.

Man wird, je nachdem man höher oder weniger hoch im Preise gehen kann, hiernach diese oder jene Form des Instrumentes wählen. Anfänger sollten im Uebrigen niemals zu jenen grössten, theuersten Mikroskopen greifen, da schon ihre mechanische Handhabung schwieriger ist und es erst beträchtlicher Uebung bedarf, ehe man sehr starke Linsen ersten Ranges anwenden kann.

Was nun den optischen Theil betrifft, so herrschen hier nicht selten die sonderbarsten Vorstellungen. Wie oft hört man noch die Frage: wie stark vergrössert dieses Instrument? wie häufig werden in einem optischen Institute Mikroskope mit 5—600-facher Vergrösserung bestellt. Nichts zeugt von einen grösseren Missverständnisse der optischen Leistungen unseres Werkzeuges, da es eben nur der Beigabe eines vielleicht ganz unbrauchbaren allzustarken Okulares bedarf, um eine 400fache Vergrösserung, mit welcher man noch etwas auszurichten vermag, in eine 800fache, völlig unverwendbare zu verwandeln, also ohne allen Werth für das Instrument.

Die einzelnen Linsensysteme mit den verschiedenen Okularen bilden jedes für sich ein besonderes Mikroskop. Man sollte daher wenigstens zweifache Linsenkombinationen, wo möglich drei, eine schwache, mittlere und stärkere haben. Es kann eine doppelte Linsenkombination auf wohlfeilstem Wege durch Abnahme

der unteren Linse von einem Systeme erhalten werden, und manche Instrumente einfachster Konstruktion besitzen nur ein derartiges System mit doppeltem Okulare. Schon für 20 Thaler sind sehr brauchbare Mikroskope dieser Art zu erhalten. Besser ist es, mehrere nicht zerlegbare Systeme zu besitzen.

Hier erinneren wir noch an früher Bemerktes, an den hohen Werth schwacher Vergrösserungen. Sie sollten niemals mangeln. Mittelstarke Linsen wenigstens in einem System sind dann ebenfalls eine werthvolle Beigabe. Ein stärkeres System endlich, welches mit schwachem Okulare 200—250fache Vergrösserung giebt und mit einem stärkeren eine güte und vollkommen brauchbare von 300—350 liefert, darf am modernen Mikroskope nicht fehlen.

Man wird damit, namentlich wenn noch ein Okular mit Glasmikrometer hinzugenommen wird, meistens vollkommen ausreichen. Solche Instrumente sind je nach dem Stativ für 30, 40 und 50 Thaler zu erhalten und stehen, aus einem der besten optischen Institute der Gegenwart entnommen, in ihren Leistungen höher als die vor etwa 20 Jahren konstruirten grossen Mikroskope mit dem 3- und 4fachen damaligen Preise.

Stärkerer Linsensysteme bedarf man überhaupt nur selten. Die Hinzunahme eines solchen erhöht natürlich die Kosten bedeutend. Auch hier möchten wir anrathen, die allerstärksten, namentlich die subtil zu behandelnden mit Korrektionsapparat sowie Immersionssystem (Fig. 64) für den Anfang ganz wegzulassen und eine Linsenkombination zu wählen, welche trocken arbeitet. Man wird hiermit seine Vergrösserungen auf 450—600 zu steigern vermögen und nur selten einmal auch bei ausgedehntester wissenschaftlicher Arbeit eine noch stärkere Vergrösserung vermissen. Solche Intrumente können in trefflicher Qualität auf dem Kontinente für circa 70 und 80 Thaler erworben werden.

Fig. 64. Immersionssystem No. 9 von Hartnack.

Andere mehr oder weniger kostbare Zugaben sind Zeichnungs- und Polarisationsapparate. Sie werden in der Regel erst zu grösseren Instrumenten genommen.

Wenn nun aber der optische Theil, die Güte der Linsensysteme, den Werth eines Mikroskops erst begründet, so wird die Frage nach den gegenwärtigen Leistungen der optischen Institute uns hier entgegen treten. Es ist sehr schwer, darüber ein unpartheiisches Urtheil zu fällen. Wollte man auch absehen davon, dass man bei den nicht in erster Linie gestellten Optikern hiermit ein gewisses Odium erwirbt, so müsste man eine zu diesem Zwecke angetretene grosse Reise durch Frankreich, Deutschland, England und Nordamerika eben beendigt haben; denn auch auf diesem Gebiete zeigt unsere industrielle Epoche einen beständigen Fortschritt, ein Ueberflügeltwerden der einen Firma durch die andere.

Handelt es sich um die Herstellung schwacher, mittlerer und einfacher stärkerer Linsenkombinationen, so ist dieses eine Leistung, welche von einer beträchtlichen Anzahl gegenwärtiger Optiker in vollkommen befriedigender Weise gelöst wird, so dass eine grosse Menge guter und für die Bedürfnisse des Mediziners vollkommen ausreichender Instrumente jedes Jahr in den Verkehr gebracht werden. Allerdings bieten auch jene Systeme bei dem einen optischen Institute Vorzüge vor denjenigen eines andern dar. Diese fallen aber für das praktische Bedürfniss nicht erheblich aus und sind eigentlich erst von einem Kennerauge zu entdecken. Doch hat das Bestreben, einen grösseren Oeffnungswinkel zu erreichen, den modernen Linsensystemen einen eigenthümlichen Charakter aufgedrückt. Als praktischen Rath möchten wir indessen den ertheilen, nicht bei einem unbekannten Optiker ein Instrument zu kaufen oder dasselbe jedenfalls vorher der Prüfung eines Sachkundigen zu unterstellen und gegen alle marktschreierischen Anpreisungen, kommen sie von dem Optiker selbst oder einem ihn verherrlichenden Schreiber, das grösste Misstrauen zu bewahren.

Handelt es sich aber um die Konstruktion sehr starker oder der allerstärksten Kombinationen, um das Höchste, was auf diesem Gebiete gegenwärtig geleistet wird, so verhalten sich hier die verschiedenen optischen Institute verschieden. Wer deshalb ein Instrument erster Klasse erwerben will, muss mit Umsicht verfahren.

Vor etwa zwanzig Jahren behaupteten unstreitig einige grosse Firmen Englands auf diesem Gebiete einen höheren Rang, als ihn die Optiker des Kontinents einnahmen, wenn man absieht von dem italienischen Gelehrten und ausgezeichneten Mikroskopverfertiger Amici († 1863). Kein Unpartheiischer, welcher zu prüfen versteht, wird dieses in Abrede stellen können, wenn er aus dieser Epoche herstammende Instrumente ersten Ranges vergleichen konnte. Der Wetteifer der Optiker des Kontinents hat seit dieser Zeit die Befähigtsten zu immer höheren Leistungen angespornt, die Verschiedenheit ist geringer und geringer geworden und endlich verschwunden. Ja Einzelnes, was man in den letzten Jahren bei uns hervorgebracht hat, ist wohl höher zu stellen. Dabei kommen bei Instrumenten grösserer Gattung die allerbedeutendsten Preisunterschiede zwischen den Instituten Englands und denjenigen der Franzosen und Deutschen vor. So kostet z. B. ein einziges Linsensystem mit der nominellen Brennweite von $^1/_{16}$ Zoll bei Powell und Lealand in London etwas mehr als 16 Pfd., während dieselbe gleich starke Kombination (No. 10 à immersion) von Hartnack in Paris für 200 und eine noch stärkere (No. 11) für 250 Francs geliefert wird. Das stärkste System, $^1/_{50}$ Zoll, der genannten Londoner Firma ist im Preisverzeichnisse zu 31 Pfd. 10 Sh. angesetzt, bei dem Pariser Optiker zu 500 Francs.

Grosse, aus neuester Zeit herstammende Mikroskope der berühmtesten englischen Firmen sind mir nicht zugänglich gewesen. Ich vermag daher auch nicht anzugeben, wie weit die Leistungen früherer Jahre überflügelt worden sind. Starken und stärksten Systemen von Andrew Ross, sowie Powell und Lealand hat vor einer Reihe von Jahren einer der ersten und gründlichsten Kenner des Mikroskops, Harting, das höchste Lob gespendet. Ein Objektivsystem von $^1/_{25}$ Zoll der letzten Firma ist vor einiger Zeit vielfach in England in den Verkehr gekommen und hat auf der Industrieausstellung von 1862 grösste Anerkennung gefunden; ein anderes von $^1/_{50}$ Zoll bringt der neue Preiscourant. Beale hat demselben hohes Lob ertheilt. Ich lernte im Jahre 1866 dasselbe freilich nur so flüchtig kennen, dass ich mir kein Urtheil erlauben darf.

Unter den kontinentalen Optikern steht gegenwärtig meiner Ansicht nach Hartnack in Paris und Potsdam, der Nachfolger Oberhäuser's (in Paris Place Dauphine No. 21, in Potsdam Waisenstrasse No. 39) als der erste da. Nicht nur, dass seine Immersionssysteme bisher von keinem andern Mikroskopverfertiger des Festlandes vollkommen erreicht worden sind, so haben auch die so höchst wichtigen schwächeren Systeme sehr bedeutende Verbesserungen erfahren, und bei dem Fleisse und der Sorgfalt des so hoch befähigten Künstlers sind weitere Vervollkommnungen zu erwarten. So besitzt System 5 schon einen Oeffnungswinkel von circa 80°. Vortrefflich und, wie alle Hartnack'schen Apparate, durch billigen Preis zu empfehlen sind namentlich dessen Systeme 7 und 8. Das erstere ist in den letzten Jahren, wie ich aus zahlreichen Vergleichungen und Prüfungen weiss, zu einer immer höheren Stufe der Vollendung, sowohl im Penetrations- als Definitionsvermögen gebracht worden und stellt mit einem Oeffnungswinkel von circa 100° eine für histologische Untersuchungen wundervolle Kombination her. No. 8 besitzt 125—130, No. 9 (trocken) 155—160° Gesammtöffnung.

Schon zu dem Preise von 65 Francs ist das kleinste Mikroskop à l'hospice mit einem Systeme No. 7 und einem genügend breiten Objekttisch zu haben; allerdings hinsichtlich des Beleuchtungsapparates mangelhaft, aber für ärztliche Untersuchungen sehr brauchbar.

Ein etwas grösseres Instrument mit drehbarem Diaphragma und breitem Tische, mit einem schwächeren Systeme und dem eben erwähnten No. 7, sowie mehreren

Okularen kostet 115 Francs und erhöht sich, wenn Objektive 8 und ein stärkeres Okular hinzugenommen werden, auf 166 Francs. Abgesehen von nicht vorhandener schiefer Beleuchtung wird man kaum etwas weiter zu wünschen haben. Für Reisen ist es seiner Kleinheit wegen sehr bequem.

Ein sehr zweckmässiges und schiefes Erleuchten gestattendes Stativ ist das kleinere Hufeisenmikroskop (No. VIII), welches mit 3 Linsensystemen (4, 7 und 8) sowie den nothwendigen Okularen 275 Francs kostet. Es sind mir in einer Reihe von Jahren eine beträchtliche Anzahl Instrumente dieser Art durch die Hände gegangen, und ich kenne überhaupt kein Mikroskop der Gegenwart, das ich Aerzten und Studirenden, welche die mässige Summe anzuwenden im Stande sind, mehr zu empfehlen vermöchte als gerade dieses. Nimmt man anstatt No. 8 ein Immersionssystem No. 9 hinzu, so erhöht sich der Preis auf 390 Francs. In den letzten Jahren hat Hartnack neben diesem Stativ noch ein etwas vereinfachteres mit einer Drehscheibe und einem bronzirten Fuss in den Verkehr gebracht. Mit den Systemen 4 und 7 sowie zwei Okularen kostet es 140 Francs. Ist der Fuss durch eine einfache Platte ersetzt, so stellt sich der Preis auf nur 120 Francs.

Nur in grösserer Form und mit drehbarem Tische konstruirt Hartnack sein grosses Mikroskop, welches neben vier gewöhnlichen Linsensystemen noch ein Immersionssystem No. 9 zu enthalten pflegt und mit jener Beigabe 750 Francs kostet, bei diesem Preise gegenwärtig das beste Instrument des Kontinents.

Als Mikroskopverfertiger hat sich ferner Nachet in Paris (Nachet et fils, Rue St. Séverin No. 17) einen bedeutenden Ruf erworben. Einige grosse, vor längeren Jahren konstruirte Mikroskope, in ihrer Form den englischen nachgebildet und der schiefen Stellung fähig, sowie mit einem Kondensor, waren für die damalige Zeit sehr gut. Welche Fortschritte Nachet in den letzten Jahren bei Herstellung stärkster Systeme gemacht, ist mir leider nicht genügend bekannt geworden. Ein Immersionssystem No. 7 (etwas schwächer als Hartnack's No. 10) hatte ich kürzlich in den Händen. Es war sehr gut. Einige kleine Mikroskope, welche ich schon früher prüfen konnte, waren sowohl im mechanischen, wie optischen Theil gut und sehr billig (nur 200 Francs kostend). Die Preise bei Nachet sind aber folgende: Das grosse, mit einem den englischen Mikroskopen nachgebildeten und auch zu schiefer Stellung eingerichteten Stativ (Fig. 37) mit sehr zahlreichen Beigaben und 7 Linsensystemen kostet 1300 Francs, das ältere grosse Instrument 1150 und in einfacherer Ausstattung 650. Kleinere Instrumente mit verschiedenen, zum Theil sehr zweckmässigen Gestellen sind für 500, 380, 200, 150, 125 und 70 Francs bei Nachet zu haben.

Auch die ältere Chevalier'sche Firma hat neuerdings durch den Sohn Arthur Chevalier (Palais royal No. 158) neuen Aufschwung genommen. Ein kompetenter Beurtheiler, von Heurck, hat die optischen Leistungen Chevalier's hervorgehoben. Ich habe leider bisher nichts aus diesem Atelier gesehen.

Unter den in Deutschland lebenden Optikern (welche in den letzten Jahren vielfach den rühmlichsten und erfolgreichen Wetteifer entwickelt haben) gedenken wir zunächst einer München er Firma, G. & S. Merz, in deren Hände das berühmte Fraunhofer-Utzschneider'sche Institut übergegangen ist. Eines ihrer kleineren Instrumente möchten wir ganz besonders empfehlen. Dasselbe, ein Hufeisenstativ, ist mit drei Okularen und zwei Linsensystemen mit der nominellen Brennweite von $^1/_3$ und $^1/_{12}$'' versehen. Letzteres System von vortrefflicher Konstruktion gewährt Vergrösserungen von 240, 480 und 720. Dieses Mikroskop ist für 70 und einige Gulden zu kaufen, eines der preiswürdigsten, welche ich kenne. Stärkere mit Korrektionsapparat versehene Systeme des Merz'schen Instituts haben durch Harting und M. Schultze wohlverdiente Anerkennung erhalten. — Eine andere, gerühmte Münchner Firma ist M. Bader. Kleinere Instrumente kosten 45 Gulden.

Ferner hat Zeiss in Jena zusammengesetzte Mikroskope geliefert. Genaueres über dieselben berichteten uns vor Jahren Schacht und M. Schultze, welche ihnen ein hohes Lob ertheilen. Ich verdanke der Güte dieses Optikers die Ansicht seiner neuesten Linsensysteme. Zeiss hat gegenwärtig 9 verschiedene zweckmässige Stative im Werthe von 6—50 Thalern. Seine 12 trocknen Linsensysteme tragen nach ihrer Stärke die Buchstaben A—F (zum Theil Doppelbuchstaben). Ersteres kostet 5 Thaler, und dann liegen die folgenden zwischen 7 und 18 Thalern, bis No. F, welches zu 28 Thalern berechnet wird. Alle diese Linsensysteme sind vortrefflich gearbeitet. No. F (mit 105° Oeffnung und der nominellen Brennweite von $^1/_{14}$″) ist eine so starke und treffliche Kombination, dass man nur selten einer höheren bedürftig sein wird.

In der letzten Zeit hat Zeiss auf die Berechnungen des Professor Abbe in Jena diese sämmtlichen Linsenkombinationen rekonstruirt und noch überdiess 3 Immersionssysteme mit 180° Oeffnung hergestellt, welche ganz Vorzügliches leisten. Das stärkste dieser Systeme mit vollendetem Korrektionsapparat entspricht einem $^1/_{25}$″ der Engländer. Es kostet 90 Thaler. Ich halte die neuesten Zeiss'schen Linsen für die besten, welche ein deutscher Optiker bisher fertig gebracht hat.

In Wetzlar hatte C. Kellner in den 40er Jahren für die damalige Epoche treffliche Instrumente geliefert. Die nächsten Nachfolger Belthle und Rexroth führen im Preiskourant Mikroskope von 35—120 Thalern an. Gute Instrumente hat mir Belthle vor längeren Jahren vorgeführt. Jetzt nach dem Tode Belthle's ist das Geschäft in die Hände von Leitz übergegangen. Seine Leistungen und seine wohlfeilen kleinen Instrumente verdienen alle Anerkennung. Eine andere Firma daselbst ist die von Engelbert & Hensoldt. Ihre Instrumente sind gleichfalls sehr gut.

In Giessen liefern Möller und Emmerich seit einigen Jahren recht tüchtige Instrumente.

In Hamburg hat sich Schröder (Holländischer Brook No. 31) als Mikroskopverfertiger einen Namen gemacht. Ein starkes Linsensystem für Immersion mit Korrektionsapparat, welches ich vor Jahren prüfte, war gut, aber den Hartnack'schen beträchtlich nachstehend. Der Oeffnungswinkel ist an seinen stärkeren Systemen ein grosser. Die Preise sind für das Stativ 12—60 Thaler. Die Systeme werden zu 14—20 Thalern berechnet. Immersionslinsen kosten 20—32 Thaler.

In Eisenach ist Hasert als Mikroskopverfertiger aufgetreten. Er hat sehr starke Immersionssysteme hergestellt, welche bei schiefer Beleuchtung von Mehreren sehr gerühmt worden sind.

In Berlin ist F. W. Schiek (Halle'sche Strasse No. 14) die älteste Firma. Einiges, was ich in neuester Zeit von ihm sah, war auf der Höhe der Gegenwart stehend und bei mässigen Preisen recht gut. Stative und Linsensysteme erinnern in Form und Bezeichnung an Hartnack. Mikroskope von 38—65 Thaler können dem Studirenden und Arzte als sehr zweckmässig empfohlen werden. — Aus einer anderen Werkstätte daselbst, derjenigen von E. Gundlach, sind in neuerer Zeit stärkere und zum Theil riesenstarke Linsenkombinationen hervorgegangen, welche alles Lob verdienen. Auch von Bénèche (Belle Alliance-Strasse No. 33) sah ich hübsche Leistungen neuesten Ursprungs.

Zu Barth in Pommern ist Nobert als Mikroskopverfertiger zu nennen.

In Göttingen liefert seit Kurzem R. Winkel gute Instrumente.

In Wien war S. Plössl (Alte Wieden, Theresianumgasse No. 12) die erste Firma. Die Plössl'schen Mikroskope zählten vor drei Dezennien zu den besten, welche bekannt waren. Ueber spätere Leistungen weiss ich nichts zu berichten. Die jetzige Adresse ist Plössl & Co.

Aus Italien sind die trefflichen Instrumente Amici's zu hoher Berühmtheit gelangt. In den 40er Jahren und zu Anfang der 50er waren sie die ersten kontinentalen Mikroskope, wie sich denn der verstorbene Amici um die Herstellung

verbesserter Mikroskope ein glänzendes Verdienst erworben hat. Instrumente, welche aus den letzten Lebensjahren des hoch begabten Mannes herstammen, kenne ich nicht mehr.

Die drei berühmtesten Londoner Firmen sind: Powell und Lealand (170. Euston-road), Andrew Ross (7. Wigmore Street, Cavendish Square, W.), nach dem Tode des Begründers von dem Sohne, Thomas Ross, fortgesetzt und Smith, Beck and Beck (6. Coleman Street). Unter den übrigen gedenken wir noch derjenigen von Pillischer (88. New Bond Street), W. Highley (70. Dean Street, Soho Square 10) und Baker (44. High Holborn). Rühmend verdient es vor allen Dingen hervorgehoben zu werden, dass man in England seit einer Reihe von Jahren auf die Herstellung möglichst billiger und dabei guter Instrumente bedacht war. So liefern beispielsweise eine Anzahl von Firmen schon für 5 Pf. St. ganz hübsche Instrumente, wie Pillischer, Smith, Beck and Beck.

Unter den Mikroskopverfertigern Nordamerika's sind die angesehensten Spencer, Tolles und W. Wales. Sehr gute Stative lieferte in neuester Zeit Zentmayer. Die optischen Leistungen übertreffen diejenigen unserer besten europäischen Instrumente nicht; die Preise aber sind enorme (H. Hagen).

Fünfter Abschnitt.

Der Gebrauch des Mikroskops. Die mikroskopische Beobachtung.

Eine Anleitung, mit dem Mikroskope arbeiten zu lernen, lässt sich auf praktischem Wege ziemlich schnell und ohne alle Schwierigkeiten geben, während das geschriebene Wort sie allerdings nur mühevoller dem Anfänger gewähren kann, so dass wir uns hier auf das Hervorheben einiger Hauptpunkte beschränken werden und vieles Andere der Selbstthätigkeit des angehenden Mikroskopikers überlassen müssen.

Bei dem mikroskopischen Arbeiten ist eine passende Beleuchtung von hohem Werthe. Da die meisten Beobachtungen mit durchfallendem Lichte angestellt werden und die Verwendung des natürlichen Lichtes hier jeder künstlichen Beleuchtung vorzuziehen ist, so wird schon die Wahl eines Arbeitszimmers nicht gleichgültig sein. Wer darüber verfügen kann, nehme ein solches, welches nach Nordwest oder Nordost gelegen ist und womöglich einen Ausblick gewährt, damit ein grösserer Theil des Himmels für das Auffangen der Lichtstrahlen benutzt werden kann. In engen Strassen der Städte sind meistens nur die obersten Stockwerke der Häuser zu verwenden. Bequem ist es, an zwei Zimmerwänden Fenster zu haben; nur müssen dann diejenigen der einen Seite, welche gerade nicht in Gebrauch kommen, mit einem dunklen Vorhange oder einem Laden verschlossen werden.

Für die gewöhnlichen Untersuchungen kann man ohne Nachtheil das Instrument auf einen dem Fenster dicht anstehenden Tisch setzen und so an einem und demselben Platze präpariren und beobachten. Handelt es sich jedoch um möglichst gute Erleuchtung, so darf eine derartige Stellung des Mikroskops nicht stattfinden;

das Instrument muss vielmehr in ansehnlicherer, 6—9 Fuss und mehr betragender Entfernung von dem Fenster plazirt werden. Ein dunkler Schirm, welchen man, etwa mittelst eines Ringes an dem Mikroskoprohre befestigt, über den Objekttisch schiebt, wird alles auffallende Licht von dem Gegenstande abhalten und das Bild noch wesentlich verbessern können. Nimmt man Untersuchungen bei polarisirtem Lichte vor oder löst man sehr schwierige Probeobjekte mit schiefer Beleuchtung auf, so darf eine derartige Beschattung des Objekttisches niemals vernachlässigt werden.)

Für die Beleuchtung ist der Zustand des Himmels von Wichtigkeit. Das reine Blau desselben giebt ein sehr schönes, sanftes, das Auge nicht ermüdendes Licht, welches nur bei sehr starken Objektiven nicht mehr hinreichend hell erscheint. Eine matte, weisse, gleichmässige Bewölkung ist noch vorzüglicher. Glänzend weisse Wolken, welche der Sonne nahe stehen, sollten ihres grellen Lichtes wegen nicht gewählt werden. Sehr unangenehm und störend ist bei stark bewegter Atmosphäre das rasche Vorüberziehen weisser Wolken am blauen Himmel. Liegt die Sonne auf dem Fenster, so hilft man sich durch das Vorziehen eines weissen Vorhangs oder das Herablassen eines derartigen Rouleau.

Man stellt, um das Sehfeld zu beleuchten, das Instrument dem Fenster zugekehrt und blickt nun durch dasselbe, indem man mit der einen Hand den Spiegel dreht und bewegt. Hat man so das gesuchte beste Licht gefunden, so legt man jetzt das zu untersuchende Objekt auf den Tisch des Mikroskops und beginnt nun die weiteren Korrektionen des Sehfeldes unter fortwährendem Beachten des Gegenstandes vorzunehmen, also z. B. die Zylinderblendungen zu senken, dem Spiegel kleinere Stellungsumänderungen zu geben. Ist der Spiegel frei beweglich, so bleibt das Instrument hierbei unverändert stehen, während die beschränkte Bewegung jenes, welche manche der kleinsten Mikroskope besitzen, oftmals ein Drehen und Rücken des Mikroskops verlangt.

Fig. 65. Schiefe Spiegelstellung am Hufeisenstativ.

Der Anfänger glaubt gewöhnlich in der hellen Erleuchtung des Sehfeldes das Möglichste thun zu müssen und arbeitet so, geblendet von einem Lichtmeere, mit thränenden, rasch ermüdenden Augen. Der routinirte Beobachter pflegt in der Regel die Intensität der Beleuchtung stark abzudämpfen. Neben der Schonung des Sehorgans tritt erst auf diesem Wege zartes Detail im mikroskopischen Bilde hervor. Die geschickte Verwendung des Beleuchtungsapparates, die

Benutzung der Blendungen sollte darum von dem Anfänger sogleich möglichst eingeübt werden. Hat das Instrument einen Spiegel mit planer und konkaver Fläche, so kommt die erstere bei schwächeren Systemen und hellerem Lichte, die letztere bei den starken Objektiven oder geringerer Lichtintensität zur Verwendung. Instrumenten ohne eine derartige Vorrichtung hängt immer ein sehr fühlbarer Mangel an. Durch Drehen des Mikroskops, sowie das Bewegen der vorgehaltenen Hand kann man allerdings Einiges auch hier verbessern.

Bei der schiefen Beleuchtung (Fig. 65) ist eine grössere Routine erforderlich. Die Oeffnung des Tisches muss von Blendungen (*a*), von einem etwa unter demselben angebrachten Schlitten (*b*) befreit werden, und während das Auge in das Mikroskop blickt, sind die verschiedenen Spiegelstellungen zu versuchen. Mitunter greift man, indem der Spiegel bis dicht unter den Objekttisch heraufgeschoben wird, zu einer möglichst schiefen Erleuchtung. Man erhält dabei zuweilen wahrhaft diabolische Beleuchtungen, welche indessen manches feine Detail in überraschender Weise zeigen. Hat das Mikroskop einen gut zentrirten Drehtisch, so ist die Rotation desselben bei solchen Beobachtungen von grosser Bedeutung. Ein mit seinem Instrumente vertrauter und in dieser Seite der mikroskopischen Technik geübter Beobachter wird zum Erstaunen des Ungeübten Vieles zu zeigen im Stande sein, was jener nach Stunden vergeblicher Arbeit nicht fertig bringt. Die Auflösung der Liniensysteme des Pleurosigma angulatum in Felder mittelst stärkerer Objektive und die Darstellung der Zeichnungen von Surirella Gemma und Grammatophora subtilissima vermöge der stärksten Immersionssysteme können als solche Probestücke der Kunst schiefer Beleuchtung bezeichnet werden. Indessen für die Zwecke unserer Arbeit ist dieselbe bisher nur von untergeordnetem Werthe.

Wer seine Augen schonen will und es irgend vermeiden kann, sollte bei dem künstlichen Lichte einer Lampe oder Glasflamme überhaupt keine anhaltenderen mikroskopischen Beobachtungen anstellen. Freilich kommen im nördlichen Europa während des Winters Tage vor, wo das natürliche Licht den Dienst versagt und man, geärgert von der erbärmlichen Beleuchtung, endlich zur künstlichen übergeht. Muss man zum künstlichen Lichte greifen, so verdient ein gewöhnlicher, nicht allzu hoher sogenannter Moderateur, eine ARGAND'sche oder eine Petroleumlampe mit einer Glocke von Milchglas empfohlen zu werden. Recht zweckmässig (freilich mit einem Lichtschirm zu verbinden) ist eine von HARTNACK neuerdings konstruirte, mit der grossen Beleuchtungslinse versehene Petroleumlampe (Fig. 66). Auch passend konstruirter Gaslampen kann man sich mit Vortheil bedienen. Von englischen Mikroskopikern sind mehrere derartige mit ganz zweckmässiger Einrichtung erfunden und empfohlen worden.

Fig. 66. Mikroskopirlampe von Hartnack.

Ein passendes Abdämpfen des Lichtes ist hier dringend nothwendig. Eine wesentliche Verbesserung der Beleuchtung kann durch die Anwendung eines bald lichter, bald intensiver kobaltblauen Glases zwischen Lampenflamme und Objekt erzielt werden. Man kann dasselbe auf den Spiegel oder besser auf den Objekttisch legen. Ein vor dem Mikroskop parallel dem Spiegel aufstellbarer schwarzer Pappschirm mit Oeffnungen von verschiedener Grösse, an welche das blaue Glas mittelst Wachs angeklebt wird, und hinter welchen ein drehbares Diaphragma angebracht ist, bildete eine wohlfeile Beigabe des grossen OBERHÄUSER-HARTNACK'schen Mikroskops und verdient als von bedeutender Wirkung sehr empfohlen zu werden. Zweckmässiger noch werden heu-

tigen Tages blaue Gläser verschiedener Sorten, in einem Metallring einschiebbar, nach Bedürfniss in den Objekttisch eingesetzt. An allen etwas grösseren Stativen kann man leicht eine derartige Vorrichtung herstellen lassen.

Während das direkte Sonnen- und Lampenlicht für die gewöhnlichen Untersuchungen gänzlich zu verwerfen sind, muss man bei manchen Beobachtungen im polarisirten Lichte gerade umgekehrt diese intensivste aller Beleuchtungsweisen wählen.

Undurchsichtige Gegenstände verlangen Erleuchtung mit auffallendem Lichte unter Abschluss des durchfallenden. Bei ganz schwachen Vergrösserungen reicht das gewöhnliche Tageslicht aus. Bei etwas stärkeren bedarf man einer intensiveren Beleuchtung. Hier kann man unter Umständen das Sonnenlicht benutzen. Zur Konzentration des Lichtes auf das Objekt sind mancherlei Vorrichtungen im Gebrauch. Mit einer plankonvexen Linse von grossem Fokus, die vor das Instrument gestellt wird, reicht man im Allgemeinen aus (Fig. 21); auch ein Glasprisma erfüllt diesen Zweck. Als eine sehr passende gute Vorrichtung verdient dann noch der Lieberkühn'sche Beleuchtungsapparat bezeichnet zu werden; doch dürfte er bei ärztlichen Untersuchungen nur selten zur Verwendung kommen.

Der zu untersuchende Gegenstand wird nun, wenn er nicht anders ein bleibendes Präparat ist, eine vorherige Präparation zu erfahren haben. Von dieser, die natürlich nach den Umständen ganz verschieden auszufallen hat, gewöhnlich aber die Untersuchung mittelst durchfallenden Lichtes ermöglichen soll, wird bald ausführlicher die Rede sein. Hier genüge die Bemerkung, dass man einmal diese Vorbereitung sorgfältig und mit Beobachtung grösster Reinlichkeit vornehme, dann aber auf der andern Seite, wir möchten sagen, des Guten nicht allzuviel thue, d. h. nicht allzugrosse Stücke zur Untersuchung wähle. Anfänger fehlen hierin sehr gewöhnlich und bringen Massen unter das Mikroskop, welche zertheilt ein Dutzend brauchbarer Präparate ergeben hätten. Starke Linsensysteme erfordern stets sehr dünne und kleinere Präparate. Selten wird man bei auffallender Beleuchtung allein untersuchen, wo der Gegenstand unbedeckt und trocken auf den Tisch des Mikroskops gebracht werden kann. In der Regel ist Befeuchtung desselben nothwendig (mit Wasser, konservirenden Flüssigkeiten, Glycerin etc. s. u.). Auch jetzt kann das Objekt bei schwachen Vergrösserungen noch unbedeckt bleiben, und man untersucht in der That so Mancherlei, wobei jedoch gewöhnlich nicht der einfache Objektträger, sondern ein Uhrgläschen, ein Glaskästchen oder eine sogenannte Zelle das Präparat beherbergt.

Geht man aber zu stärkeren Vergrösserungen über, so wird ein Bedecken des Objektes mit einem Glasplättchen erforderlich. Dieses sei dünn und vor allem möglichst rein. Jedes Uebertreten der Zusatzflüssigkeit auf seine freie Fläche ist zu vermeiden, da bei gewöhnlichen Linsensystemen das Bild etwas Trübes und Verschwommenes bekommt, während allerdings, wie früher besprochen, bei den neuen Immersionssystemen auf der Oberfläche des Deckgläschens ein Wassertropfen sich befinden muss. Ebenso vermeide man bei der Applikation des Deckgläschens jede Berührung seiner Oberfläche mit dem Finger und lege es an den Kanten gefasst über das Objekt. Bei sehr zarten Gegenständen ist dabei einige Vorsicht nothwendig; ein primitives Säugethierei z. B. wird durch ein ungeschicktes Auflegen zertrümmert, die Elemente der frischen Retina werden aus ihrem Zusammenhang gebracht u. a. m. Zum Schutze derartiger Präparate dienen einfache Vorrichtungen; das Stückchen eines Haares oder einer Borste, das Fragment eines dünnen Glasplättchens werden zwischen Objektträger und Deckgläschen gebracht.

Die Einstellung geschieht während des Durchsehens durch Senken der Mikroskopröhre, entweder indem dieselbe einfach mit der Hand in ihrer Hülse herabgeschoben, oder, wenn eine gröbere Schraube vorhanden ist, durch letztere nach abwärts bewegt wird. Hierbei ist das Aufstossen der Linse an das Präparat zu vermeiden, weil dieses zerstört, seine Deckplatte zerbrochen, unter Umständen

auch einmal die Linse beschädigt werden kann. Anfänger thun gut, diese Bewegung in umgekehrter Richtung, in der Form des Hebens, vorzunehmen. Man stellt die Röhre so, dass das Linsensystem nur durch einen sehr kleinen Zwischenraum von dem Deckgläschen geschieden ist, und geht dann nach aufwärts. Auch das genaue Einstellen erfordert einige Uebung und ist bei sehr starken Systemen nicht ganz leicht. Die möglichst scharfe, feine Begrenzung des Gegenstandes zeigt, dass man die richtige Stellung getroffen hat. Die feinere Stellschraube kommt hierbei zur Verwendung.

Das Präparat wird zuerst bei schwacher Vergrösserung mittelst durchtretenden zentrischen Lichtes durchmustert und dann allmählich zu etwas stärkeren Linsensystemen übergegangen, wobei stets ganz schwache Okulare anzuwenden sind und unter Umständen das Rohr des Mikroskops zweckmässig eine Verkürzung erfährt.

Auch hier fehlen Anfänger gewöhnlich, indem sie, den Werth schwacher Vergrösserungen unterschätzend, gleich von vorn herein starke Linsensysteme benutzen. Da aber bekanntlich nur die schwachen Objektive ein einigermassen ausgedehntes Sehfeld gewähren, während dieses bei starken Systemen ausserordentlich klein ausfällt, so ergiebt sich, wie eben für den gleichzeitigen Ueberblick des Ganzen, für die erste Orientirung des Beobachters gerade die Verwendung der schwachen Kombinationen von hoher Wichtigkeit ist.

Man geht dann allmählich zu stärkeren Systemen über, zunächst immer noch mit Verwendung ganz schwacher Okulare. Hierbei werden, wenn man mit Zylinderblendungen arbeitet, Aenderungen derselben, Vertauschen derjenigen mit weiteren Oeffnungen gegen solche mit kleineren, ebenso zuweilen ein Wechsel des Planspiegels mit dem konkaven und unter allen Umständen das genaueste Einstellen mittelst der Mikrometerschraube erforderlich.

Ist der Beobachter so, wenn es anders überhaupt nöthig war, zu seinen starken Linsensystemen gelangt, so kann zuletzt nun zu etwas stärkeren Okularen übergegangen werden. Doch sei man mit denselben sparsam. Man wird sich nämlich bald überzeugen, dass man durch jene (wie es sich aus der optischen Natur des Okulars ergiebt) weniger erreicht, als man anfänglich glaubt. Das Bild wird grösser, wobei anfänglich Einzelnes noch etwas deutlicher erscheinsn kann. Bald aber kommt eine Vergrösserung, welche durchaus nicht mehr, sondern weniger zeigt, als die schwächere des vorher benutzten Okulars, indem die Helligkeit des Sehfeldes und die Schärfe des Bildes beträchtlich abgenommen haben. Ganz starke Okulare, welche sich als letzte optische Zugabe bei grösseren Instrumenten befinden, sind eigentlich ein Luxusartikel und kaum einer Verwendung fähig.

Allerdings vertragen im optischen Theile gut gearbeitete Objektive stärkere Okulare als weniger glücklich hergestellte. Indessen auch hier sei man vorsichtig mit einer Forcirung der Vergrösserung durch das Okular. Die letzteren können gewiss noch bedeutend verbessert werden, wie es denn zu wünschen ist, dass befähigte Optiker diesem Gegenstande ihre Sorgfalt zuwenden mögen. Die sogen. orthoskopischen Okulare, welche meines Wissens zuerst von dem leider so früh verstorbenen Kellner in Wetzlar konstruirt und verkauft worden sind, geben allerdings ein sehr ebenes Bild, haben mir aber in ihren stärkeren Nummern auch nichts weiter gezeigt.

Aus dem eben Erwähnten folgt, dass Derjenige, welcher ungefähr die gleiche Vergrösserung auf doppeltem Wege mittelst seines Mikroskops erreichen kann, nämlich durch ein schwächeres Linsensystem mit stärkerem Okular und vermöge einer stärkeren Kombination mit schwachem Okular, stets zu letzteren greifen soll. Das Bestreben älterer Optiker, schwächere Systeme mit relativ starken Okularen zu verbinden, kann darum — wir wiederholen es — nicht gebilligt werden und ist zur Zeit mit Recht verlassen worden.

Die Objekte der histologischen und ärztlichen Untersuchungen werden selten die Anwendung schiefer Beleuchtung erfordern. Will man die Wir-

kungen der letzteren kennen lernen, so ist nach den oben gegebenen Vorschriften zu verfahren.

Kommen Reagentien zur Verwendung, so pflegt man in der Regel mittelst eines zugespitzten Glasstabes einen Tropfen derselben entweder unter Abnehmen und Wiederauflegen des Deckplättchens dem Präparate zuzugeben, oder man bringt jenen an den Rand des Deckgläschens, damit er von hier aus mit der Zusatzflüssigkeit sich verbinde. Ein langsames Einströmen kann man durch einen Leinwandfaden, welcher halb unter dem Deckplättchen, halb frei auf der mikroskopischen Glasplatte liegt und hier den Zusatz des Tropfens erhält, erzielen. Zweckmässiger ist es, an die eine Seite des Deckglases einen glatt abgeschnittenen Streifen Löschpapier dicht anzulegen und an die entgegengesetzte den Tropfen des Reagenz anzubringen. Der Flüssigkeitswechsel erfolgt in dieser Weise rasch.

Stets beobachte Derjenige, welchem es um Schonung seines Instrumentes zu thun ist, bei Reagentien die nothwendige Vorsicht, namentlich bei Verwendung starker Säuren, Alkalien und ganz besonders solcher Stoffe, welche das Blei des Flintglases affiziren. Konzentrirte Salz- und Salpetersäure vermeide man so viel als möglich; mit flüchtigen Säuren und Ammoniak sei man vorsichtig; Schwefelwasserstoff kann nie zur Verwendung kommen. Alle derartigen Zusätze erfordern die Anwendung möglichst grosser Deckplatten. Ist unglücklicherweise eine Linse von dem Reagenz benetzt worden, so tauche man sie sogleich in destillirtes Wasser ein. Chemische Prozeduren, welche Dämpfe entwickeln, nehme man überhaupt nie im mikroskopischen Arbeitszimmer vor. Der traurige Zustand, in welchem die Mikroskope der chemischen Laboratorien sich zu befinden pflegen, zeigt am besten das Verderbliche jener Einwirkungen.

Für Denjenigen, welcher das Mikroskop täglich benutzt, ist das stets sich wiederholende Ein- und Auspacken zu mühsam und dem Mechanismus des Gestelles eben auch nicht förderlich. Es wird daher ein Aufstellen des Instrumentes auf dem Arbeitstische unter einer Glasglocke oder einem Glaskasten vorzuziehen sein, wie denn auch hier, wenn eine dicke Tuchplatte zur Unterlage gewählt wird, der Schutz vor Staub ein genügender ist. Unter einer zweiten kleineren Glasglocke kann man alsdann die Okulare und, eingeschlossen in dem Etui, die Linsensysteme und was sonst noch täglich benutzt wird, aufbewahren. Während des Winters ist, um das stete Beschlagen mit Wasserdampf zu vermeiden, ein geheiztes Zimmer anzuempfehlen.

Nach jeder Benutzung sollte, namentlich von dem Anfänger, das Instrument, bevor es unter die Glasglocke zurückgebracht wird, revidirt werden. Verunreinigungen des Messingwerkes sind durch einen Leinwandlappen zu entfernen, Staub, welcher sich auf den Spiegel, die Okulare etc. abgesetzt hat, durch einen stärkeren feinhaarigen Malerpinsel. Sind diese Prozeduren auch einigermassen zeitraubend, so haben sie, besonders wenn sich mit ihnen eine jedesmalige Durchmusterung der benutzten Linsensysteme verbindet, für die Schonung des Instrumentes und die Erhaltung seiner ursprünglichen Leistungsfähigkeit den grössten Werth.

Linsensysteme reinigt man nach vorherigem Abpinseln des Staubes am besten mit einem Stückchen sehr feiner und durch öfteres Waschen weich gewordener Leinwand. Auch sehr feines Leder und Fliedermark können verwendet werden. Etwaige Verunreinigungen sind mit destillirtem Wasser zu entfernen; andere, wie z. B. mit Glycerin, erfordern ein mit Alkohol eben befeuchtetes Tuch. Grössere Alkoholmengen vermeide man, indem sonst möglicherweise zwischen die Fassung der Linse etwas Flüssigkeit eindringen und den Kanadabalsam, der Crown- und Flintglas verkittet, erreichen kann.

Solche Benetzungen der Linse indessen begegnen dem Geübteren nicht leicht mehr. Dass sie in den Fällen, wo Reagentien zur Verwendung kommen, ganz besonders zu vermeiden und hier überhaupt die grösste Sorgfalt zu verwenden ist, leuchtet ein. Man gebrauche dann soweit möglich schwächere, mit grösserer

Brennweite versehene Linsensysteme, und wenn man anders mehr in derartiger Weise zu arbeiten hat, so bedecke man den Objekttisch mit einer Glasplatte, welche letztere dann, wenn Klemmen am Tisch angebracht sind, durch diese befestigt werden kann. Nicht allzuschmale Objektträger gewähren natürlich auch schon einen gewissen Schutz.

Indessen bei aller Sorgfalt bedürfen nach einiger Zeit die optischen Theile des Mikroskops einer Reinigung, indem sich ein fettiger Ueberzug auf Linse und Okular niederschlägt, der das Bild beträchtlich trübt. Instrumente, welche Jahre lang unbenuzt gewesen sind, zeigen jenen Ueberzug fast immer. Mit einem derartigen Reinigen sei man nicht allzuängstlich, indem bei dem Gebrauche eines guten Pinsels und einer feinen Leinwand die Gläser des Mikroskops durchaus nicht leiden.

Der Arbeitstisch des Mikroskopikers soll gross und massiv sein, damit er hinreichend feststehe. Eine harte matt schwarze Holztafel, in die man etwa noch an einer oder beiden Seiten kleinere Schieferplatten einlassen kann, um auf ihnen zu präpariren, empfiehlt sich am meisten als Tischplatte.

Eine Anzahl von Schubladen an dem Tisch ist eine werthvolle Beigabe. Es sind eben dem Beobachter eine Reihe kleiner Hülfsapparate nothwendig, die hier zur Aufbewahrung kommen müssen und so am besten vor Bestäubung und sonstiger Verunreinigung geschützt werden.

Man bewahrt hier Objektträger, die verschiedenen Sorten der Deckgläschen, Glasgefässe, Vorrichtungen zum Zeichnen, Nebenapparate des Mikroskops, die zum Reinigen erforderlichen Leinwandlappen und anderes mehr.

Auf dem Arbeitstische sind dann einige Glasglocken und Glaskästen erforderlich, um das vorübergehend zur Seite Gesetzte vor Staub geschützt zu bewahren.

Reagentien entferne man vom Tisch nach geschehener Benutzung und bewahre sie besonders auf.

Die Frage, welche körperliche und psychische Eigenschaften der Mikroskopiker besitzen müsse, wird in manchen Schriften mit hoher Gründlichkeit erörtert. Wir glauben sie hier übergehen zu können. Scharfe Sinnesorgane, Ruhe, Wahrheitsliebe und Kombinationsgabe sollen ja ohnehin die Eigenschaften des Arztes und Naturforschers bilden. Wer sie nicht hat, wessen Sinneswerkzeuge verkümmert, wem die lebhaft erregte Phantasie jeden Augenblick die Unbefangenheit des Beobachtens stört, bleibe vom Mikroskope weg wie vom ärztlichen Stande.

Zum mikroskopischen Beobachten und Arbeiten gehört allerdings ein einigermassen ausdauerndes Sehwerkzeug. Etwas kurzsichtige, hellere Augen pflegen gewöhnlich die höhere Befähigung zu haben. Wer so glücklich ist, zwei gleich gute Augen zu besitzen, gewöhne sich dieselben abwechselnd zu verwenden. Jeder Mikroskopiker, welcher längere Zeit hindurch anhaltend nur das eine Auge zum Blicken in's Instrument benutzt und das andere, wenn auch geöffnet, unthätig erhalten hat, weiss, wie sehr das erstere hierdurch an Schärfe gewonnen, wie aber das ruhende eine gewisse Reizbarkeit erlangt hat, so dass bei einem Verwenden des letzteren, um das andere Auge abzulösen, das Sehfeld viel heller erscheint und die Ermüdung rasch sich einstellt. Wo freilich das eine Auge auffallend schwächer als das andere, fällt natürlich schon von selbst letzterem die mikroskopische Arbeit zu. Man gewöhne sich ferner von Anfang daran, während das eine Auge in das Instrument blickt, auch das andere offen zu erhalten. Sehr bald nämlich konzentrirt sich die Aufmerksamkeit so vorwiegend in dem thätigen Organe, dass die Sinneseindrücke des unbeschäftigten gar nicht mehr zum Bewusstsein des Beobachters kommen.

Zur Schonung des Sehvermögens arbeite man nicht allzu anhaltend und vermeide die ersten Morgenstunden, sowie die Zeit unmittelbar nach dem Mittagessen. Sobald sich eine Ermüdung einstellt, höre man auf. Es ist dieses namentlich Anfängern anzurathen, deren Auge bei der ungewöhnlichen Art des Sehens jene

oft rasch empfindet, bis später die grössere Uebung eine anhaltendere Arbeit gestattet.

Stehend oder sitzend zu arbeiten wird man sich nach seinen sonstigen Gewohnheiten entschliessen. Das Herabbeugen des Kopfes zur vertikalen Mikroskopröhre pflegt die wenigsten zu belästigen. Freilich legen englische Mikroskopiker in der Regel auf die schiefe und horizontale Stellung der Röhre und des ganzen Instrumentes grosses Gewicht, um die Ermüdung des Nackens und den Blutzudrang zu dem Kopfe zu vermeiden, so dass nicht allein ihre grossen, sondern auch ganz einfache Mikroskope eine derartige Einrichtung besitzen. Die Unbequemlichkeit des schief oder vertikal stehenden Objekttisches ist aber nach unsern kontinentalen Begriffen eine viel zu grosse (wenn es sich um mehr als das Besehen von Test's handelt), so dass jene Einrichtung keine ausgedehnte Verbreitung erfahren hat. Doch kann man aus unseren besten optischen Instituten gegenwärtig um geringes Geld solche Stative erhalten.

Sehr wichtig für die Schonung des Auges ist die erwähnte, passende Abblendung des Sehfeldes, die geschickte Verwendung der Diaphragmen (Fig. 22, S. 17).

Die Gabe, mit dem Mikroskope zu sehen und zu beobachten, ist gleich allen menschlichen Fähigkeiten eine ungleiche, bei dem Einen grösser, bei dem Andern geringer. Sie kann aber bei einiger Ausdauer von den meisten Personen in genügendem Grade erworben werden.

Schwierigkeiten jedoch bereitet einem jeden angehenden Beobachter die Eigenthümlichkeit der mikroskopischen Bilder. Das zusammengesetzte Mikroskop zeigt uns momentan eben nur die im Brennpunkte gelegene optische Fläche des Gegenstandes und alles Andere, was in anderen Ebenen liegt, entweder gar nicht oder nur verschwommen. Dabei ist bei der gewöhnlichen Untersuchungsweise das Ganze durchscheinend, von unten erleuchtet und nicht von oben nach Art des gewöhnlichen Sehens. Dinge, welche in andern Ebenen, höher oder tiefer, gelegen sind, kommen erst bei Veränderungen des Fokus zum Vorschein, und zwar wird dieses Verhältniss bei Objektiven mit hohem Oeffnungswinkel und starker Vergrösserung weit fühlbarer als bei schwachen Systemen mit geringem Oeffnungswinkel. Hieraus folgt, dass wir an einem Gegenstande den Umriss, das Verhältniss von Länge und Breite, zwar unmittelbar zu erkennen im Stande sind, nicht aber seine Dicke, sowie die ganze Gestalt. Diese vermögen wir erst durch eine Kombination der verschiedenen, bei wechselnder Fokalstellung gewonnenen mikroskopischen Bilder zu gewinnen. Hier findet der Anfänger oft beträchtlichere Schwierigkeiten und durch unrichtige Verbindung der Bilder können nicht selten Irrthümer entstehen. Wir entbehren bei einem derartigen Sehen eben jener Hülfsmittel, welche bei dem gewöhnlichen Sehen die Formen der Gegenstände zu beurtheilen uns schnell befähigen. Darum ist auch die Gestalt eines mikroskopischen Objektes, bei auffallendem Lichte betrachtet, im Allgemeinen leichter erfasslich. Dem etwas Geübteren wird die Beurtheilung der Form einer Blutzelle keinerlei Schwierigkeiten darbieten können, wohl aber die Ermittelung der viereckigen Form mancher Diatomeen oder der Gestalt eines Hohlraumes in einem Organtheile. Die Vergleichung von mehreren in horizontaler, vertikaler und schiefer Richtung gewonnenen Schnitten, ein namentlich von den Botanikern benutztes Mittel, ist hier, wenn anwendbar, von grösstem Werthe.

Noch in einer andern Weise, nämlich durch ausserordentliche Kleinheit eines Gegenstandes, findet die Beurtheilung der Form Schwierigkeiten. Mit einiger Uebung ist es nicht schwer, die Reliefverhältnisse mikroskopischer Objekte zu erkennen, z. B. eine konkave, einigermassen grössere Fläche von einer konvexen zu unterscheiden, wenn auch nur durch eine Kombination verschiedener Bilder. Werden solche Flächen höchst klein, wie es z. B. mit den zierlichen Feldchen des Pleurosigma angulatum, dieses so häufig benutzten Probeobjektes, der Fall ist, so wird die Entscheidung sehr misslich. So haben, wie oben bemerkt, die letzt-

genannten Feldchen treffliche Beobachter bald für konvex, bald für vertieft erklärt, und der Gegenstand ist bis zur Stunde noch nicht definitiv entschieden.

Welcker hat uns schon vor längeren Jahren ein gutes Hülfsmittel zur Unterscheidung konvexer und konkaver Körper mitgetheilt. Erstere wirken einer Sammellinse, letztere einer zerstreuenden gleich. Ein konvexer Körper wird deshalb, wenn wir von einer mittleren Tubusstellung ausgehen, bei Hebung der Mikroskopröhre glänzend erscheinen, der konkave bei einer Senkung des Tubus. Ein kugliges Gebilde, eine Hohlkugel, eine Leiste und Furche lassen sich so unterscheiden.

Alle Erkennungen der Gestalt mikroskopischer Objekte sind bei weitem leichter und sicherer mittelst schwacher Linsensysteme zu erzielen, als bei Benutzung sehr starker, mit hohem Oeffnungswinkel versehener Kombinationen, so dass hierin wiederum ein gewichtiges Argument zu Gunsten der ersteren liegt. Findet sich auch der Geübte mit sehr starken Objektiven zum Ziel, so möchte man doch manchmal seinem Instrumente ein gut gearbeitetes mittelstarkes Objektiv mit dem geringen Oeffnungswinkel früherer Tage beifügen. Durch eine Blendung an den Systemen mit grossem Oeffnungswinkel haben sich englische Optiker hier zu helfen gesucht.

Die Verunreinigungen des mikroskopischen Bildes durch unwesentliche Gegenstände lernt man bald beurtheilen, wie denn eine reinliche sorgfältige Präparation Vieles dieser Art schon vermeidet. So mache man sich mit dem Ansehen von Luftblasen, von Fetttropfen, von Amylonkörnern, von Leinwand- und Baumwollenfasern etc. bekannt, und zwar so bald als möglich.

Von Wichtigkeit ist es dann, das Bild, welches ein Objekt bei durchfallendem Lichte darbietet, mit demjenigen zu vergleichen, welches es bei auffallender Beleuchtung gewährt. Ebenso ist das Ansehen eines und desselben Gegenstandes in Medien von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen zu studiren u. a. m.

Bei weitem leichter als dieser optische Theil der mikroskopischen Arbeit ist der manuelle zu erlernen, die vorsichtige Verwendung der Schrauben, des Spiegels, die stetige und nicht stossweise Bewegung des Objektes durch das Sehfeld. Hier ist als wichtiger Grundsatz festzustellen, Bewegungen, welche die menschliche Hand sicher vollführen kann, ihr zu überlassen und nicht durch Schrauben und andere mechanische Einrichtungen herzustellen. Jeder Geübte wird in dem mächtigen Hülfsapparat eines grossen englischen Mikroskops etwas Ueberflüssiges und Unbequemes sehen.

Die Bildumdrehung durch das zusammengesetzte Mikroskop bereitet allerdings dem Anfänger einige Schwierigkeit. Bald jedoch gewöhnt man sich und zuletzt in einem solchen Grade, dass man nicht mehr daran denkt, und erst durch den Gebrauch eines sogenannten bildumdrehenden Mikroskops (wo das verkehrte Bild durch eine in's Mikroskoprohr eingeschobene Linse eine abermalige Umkehrung erfährt oder ein Prisma auf das Okular kommt) daran wieder erinnert wird. Da jene Umdrehung mit optischen Nachtheilen verbunden ist, kamen auch derartige Instrumente nur zu geringer Verbreitung und bildeten, mit ganz schwachen Linsen versehen, nur bequeme Präparirmikroskope. Eine sehr beträchtliche Verbesserung gewann Hartnack kürzlich durch sein neues bildumdrehendes Okular (Fig. 67). Dasselbe trägt über der Okularlinse (d. h. über dem unteren ringförmigen Vorsprung) ein komplizirtes Prisma, welches bei voller Bildumdrehung ein sehr helles, nur etwas kleines Sehfeld liefert. Das Ding kostet etwas über 30 Francs.

Fig. 67. Neues bildumdrehendes Okular von Hartnack.

Noch eines Wortes bedürfen endlich die unter dem Mikroskop sichtbar werdenden Bewegungserscheinungen. Nicht Alles, was man hier in Bewegung erblickt, kann darum für lebendig erklärt werden.

Einmal kommen Strömungen im Wasser vor, welche man kennen muss, will man sich anders vor Irrthümern bewahren. Vermengt man z. B. Wasser mit Alkohol, so werden die in ihnen

suspendirten kleinen Körperchen in lebhafte Bewegungen gerathen, und zwar so lange, bis die Ausgleichung beider Flüssigkeiten, d. h. die vollkommene Mischung derselben, erfolgt ist.

Dann bieten sehr kleine Partikelchen von in Wasser unlöslichen Substanzen ein ununterbrochenes tanzendes Bewegungsspiel dar, welches in seinen Ursachen noch unerklärt, aber jedenfalls ein rein physikalisches Phänomen darstellt. Man hat jenes Spiel die Brown'sche Molekularbewegung genannt.

Feines Kohlenpulver, kleine Krystalle, die Körnchen eines Farbestoffes zeigen uns dasselbe sonderbare Tanzen wie aus dem Thierkörper entnommene Fett- und Melaninmoleküle. In dem wasserreichen Inhalte von Zellen können wir unter Umständen die gleiche Bewegung beobachten, wie in der umgebenden Flüssigkeit.

Auf der Wirbelsäule des Frosches, an den Austrittsstellen der Spinalnerven finden sich kleine weisse Ansammlungen säulchenförmiger Krystalle des kohlensauren Kalkes. Dieselben, in einem Tröpfchen Wasser aufgeschlemmt, liefern eines der schönsten Beispiele zum Studium der Molekularbewegung. Grössere Krystalle von etwa $^1/_{150}$—$^1/_{200}$‴ liegen, so lange nicht ein Strömen in der Flüssigkeit erfolgt, vollkommen ruhig. Etwa halb so grosse wird man selten in tanzender Bewegung finden. Je kleiner die Säulchen werden, desto gewöhnlicher tritt uns das Tanzen entgegen, und die kleinsten von $^1/_{1000}$‴ und weniger, an welchen wir zuletzt nicht mehr die Säulchenform zu unterscheiden vermögen, sind in beständiger rastloser Bewegung ergriffen.

Die Beobachtung der Molekularbewegung ist noch in einer anderen Hinsicht für den Anfänger belehrend. Man vergisst nämlich leicht, wie sehr durch den optischen Apparat des Mikroskops die Exkursionen eines sich bewegenden Körpers vergrössert werden. Das Tanzen jener kleinen Moleküle wird für das Auge bei 200facher Vergrösserung schwach erscheinen, höchst energisch dagegen bei einer Vergrösserung von 1000—1500.

Dasselbe wiederholt sich bei den vitalen Bewegungserscheinungen, welche uns das Instrument zeigt. Ein Infusionsthier, welches wir mit sehr starken Linsen untersuchen, schliesst förmlich durch das Sehfeld, während dasselbe bei den schwächsten Vergrösserungen gar nicht einmal mit irgend erheblicher Schnelligkeit durch das Wasser schwimmt. Beobachtet man den Kreislauf in der Schwimmhaut des Frosches, oder im Schwanze seiner Larve mit höherer Vergrösserung, so durchjagen die Blutkörperchen die kapillaren Bahnen, während in Wirklichkeit die Strömung durch den Haargefässbezirk eine langsame genannt werden muss.

Noch ein anderes Moment ist bei der Beobachtung mikroskopischer Bewegungsphänomene nicht ausser Acht zu lassen. Folgen mit grosser Schnelligkeit eine Reihe von Bewegungen auf einander, so erkennen wir wohl eine Gesammtbewegung, nicht mehr aber die Einzelbewegungen, und diese werden erst beim Erlahmen des ganzen Phänomens getrennt dem Auge wahrnehmbar. In einem späteren Abschnitt wird uns die sogenannte Flimmerbewegung ein derartiges Beispiel kennen lehren.

Wir haben hier endlich noch einer Reihe von Bewegungserscheinungen zu gedenken, welche in neuerer Zeit mehr und mehr die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt haben, — wir meinen die Gestaltveränderungen der lebenden thierischen Zelle.

Schon seit längeren Jahren kannte man, besonders aus den Leibern niedriger Thiere, einzelne Beispiele jenes wunderbaren Formenwechsels. Gegenwärtig weiss man, dass die jugendliche Thierzelle, so lange noch der Zellenkörper aus der ursprünglichen Substanz, dem sogenannten Protoplasma besteht, auch bei den höchsten Organismen mit einem selbständigen vitalen Kontraktionsvermögen begabt ist. Zahlreiche Zellen des normalen Aufbaues, wie pathologischer Neubildungen — so lange ihnen eben jener Charakter der Jugend zukommt — bieten den erwähnten Wechsel dar. Ja man hat (nach Art der Amoeben) einen Austritt solcher

Zellen durch die Haargefässwandung (A. Waller, Cohnheim), ein Fortwandern durch das lebende Gewebe und eine Aufnahme kleiner Körperchen, wie der Indigo-, Anilin-, Zinnober- und Karminmoleküle, der feinsten Milchkügelchen, selbst extravasirter farbiger Blutzellen in den kontraktilen Zellenleib beobachtet, so dass sich hier der Blick in eine neue Welt minimalen Geschehens öffnet und schon jetzt höchst wichtige Aufschlüsse erhalten worden sind, auf welche wir später zurückkommen werden.

Wenn irgendwo mikroskopische Beobachtungen die schonendste Vorbereitung erfordern, so ist es gerade hier.

Um die Zelle nicht vorzeitig abzutödten, hat man zunächst auf eine wirklich indifferente Zusatzflüssigkeit Bedacht zu nehmen. Wer etwa noch mit der älteren Ansicht, in Zucker- und Salzlösungen, in gewässertem Hühnereiweiss, im Humor vitreus indifferente Flüssigkeiten zu besitzen, an solche Beobachtungen geht, wird sich bald vom Gegentheil überzeugen. Wirklich indifferent können im Allgemeinen nur diejenigen Flüssigkeiten genannt werden, welche die Zelle im Körper umgeben. In manchen Fällen wird das Iodserum (s. unten) oder eine ähnliche Komposition den Zweck erfüllen. Dann hat man die grösste Vorsicht auf die Vermeidung von Druck und Verdunstung zu verwenden. Man unterstütze das (sehr dünne) Deckgläschen durch Unterlage der Fragmente seiner Vorgänger, an welchen ja ohnehin der Mikroskopiker keinen Mangel zu haben pflegt, oder — was für viele Fälle das Beste — man lasse das Deckplättchen ganz weg.

Um das Verdunsten der Zusatzflüssigkeit zu vermeiden, hat Recklinghausen einen kleinen, sehr zweckmässigen Apparat erfunden. Derselbe, die »feuchte Kammer«, wird aus Fig. 68 dem Leser leicht verständlich. Der geschliffene, etwas grosse Objektträger (*d*) trägt in gewöhnlicher Weise den Gegenstand. In einiger Entfernung von ihm berührt der gleichfalls abgeschliffene Unterrand des Glasringes *a* (welchen man nach Umständen höher nehmen kann) die Platte. Ueber den Ring ist möglichst fest ein aus dünnem Kautschuk bestehender Beutel (*b*) gebunden. Die Oeffnung desselben (*c*) umfasst, von einer kleinen Ringschnur aus Kautschuk gehalten, die Hülse des Mikroskops (oder dessen Röhre). Um den so abgesperrten Binnenraum mit Feuchtigkeit gesättigt zu erhalten, lege man der Innenfläche des

Fig. 68. Feuchte Kammer von Recklinghausen.

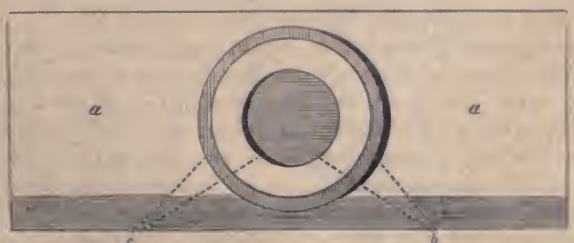


Fig. 69. Feuchte Kammer einfachster Konstruktion.

Glasringes zwei mit Flüssigkeit getränkte Streifen von Hollundermark oder Löschpapier an und umgebe äusserlich den Unterrand des Ringes noch mit einigen Bäuschchen nassen Löschpapiers.

Noch in einer anderen sehr einfachen Weise kann man sich eine solche feuchte Kammer herstellen (Fig. 69). Ein Objektträger *a* trägt einen ein paar Millimeter hohen Glasring *b* aufgekittet. Ein paar Wassertröpfchen werden mit einem Pinsel

vorsichtig an den Innenrand des lezteren gebracht. Das Objekt bringt man auf eine kreisförmige Deckplatte *c* und stürzt diese über jenen Ring, so dass also jeder Druck vermieden wird.

So kann man — mit Hülfe einer Immersionslinse — Stunden, ja Tage lang jene Zellenbewegungen verfolgen.

Der zuletzt erwähnte einfache Apparat lässt sich leicht in eine Gaskammer verwandeln (Fig. 70). Die dickere Glasplatte zeigt einen Ring ausgeschliffen am

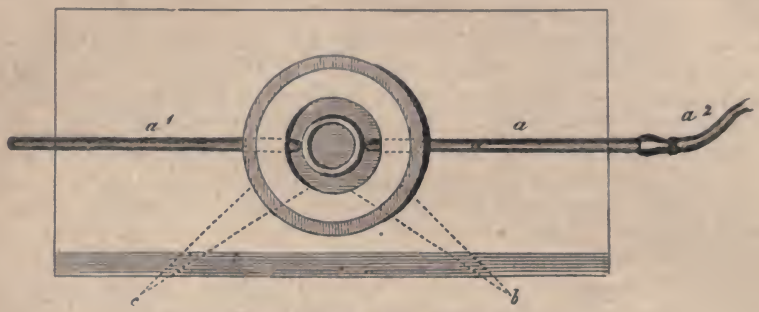


Fig. 70. Gaskammer nach Stricker.

Boden der Kammer. Zwei Halbkanäle tragen aufgekittet die beiden Glasröhren, von welchen *a* mit einem Kautschukschlauch a^2 zum Einströmen, a^1 zum Ausströmen des Gases dient. Das Deckgläschen kann man mit einem Kitt dem Glasring fester anpassen.

Indessen bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur vermögen wir zwar sehr bequem in solcher Weise das Zellenleben eines kaltblütigen Wirbelthieres, z. B. eines Frosches (an dessen Bindegewebe, Hornhaut, Blut, Lymphe) zu studiren, nicht aber mit dem gleichen Erfolge aus dem Leib eines Warmblüters. Hier, in der kalten Umgebung, erlahmt jene Bewegung allzurasch. Es müssen deshalb für die erfolgreiche Beobachtung Temperaturverhältnisse, denen des lebenden Organismus gleich, hergestellt werden. Schon ältere Mikroskopiker halfen sich in dieser Verlegenheit, so gut es eben gehen wollte, mit erwärmten Objektträgern. Später hat einen erwärmbaren Objekttisch, freilich in roher Form, Beale konstruirt. In neuerer Zeit hat ein gefeierter Forscher, M. Schultze, um die Herstellung eines derartigen, genaueren Anforderungen entsprechenden Apparates sich ein grosses Verdienst erworben.

Den Schultze'schen Apparat*) versinnlicht unsere Fig. 71. Eine auf den Tisch des Mikroskops mit Klammern zu befestigende Messingplatte *A* (nach hinten [*c*] ausgeschnitten, um sich der Stange des Mikroskops anzupassen), ist bei *a* für die Beleuchtung durchbohrt und trägt noch vorn in der Mitte das schief gestellte Thermometer (*d*), sowie an den Ecken die beiden Arme (*b*). Unter diese kommen als Erwärmer zwei kleine Weingeistlampen. Das untere Ende des Thermometer, eingeschlossen in dem Messingkästchen *B*, *a*, welches zwei etwas höhere Holzleistchen begrenzen, umgreift gewunden die Oeffnung des Tisches, läuft an dessen Unterfläche noch eine Strecke frei horizontal hin, um dann gebogen durch eine Oeffnung (*b*) auf die Vorderfläche der graduirten Metallplatte zu gelangen. — Durch Versuche wurde festgestellt, dass das Thermometer wirklich den Wärmegrad des Objektes angiebt.

Dass bei dem erwähnten Objekttisch die feuchte Kammer und Immersionslinsen am zweckmässigsten zur Verwendung kommen, bedarf wohl keiner Bemerkung.

*) Er ist in Bonn bei Mechaniker Geissler für 9 Thaler preuss. zu haben.

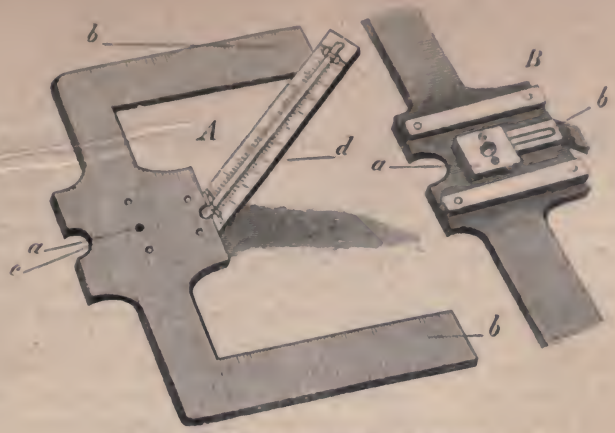


Fig. 71. Erwärmter Objekttisch von Schultze.

Leider aber haftet, wie Engelmann gezeigt hat, diesem Apparat ein unangenehmer Mangel an. Das Objekt erleidet nämlich eine mitunter bedeutende Abkühlung durch die Metallfassung des Linsensystems und das Mikroskoprohr, so dass die Fokaldistanz des Objektivs hier erheblich einwirkt. Man hat die Einschaltung eines schlechten Wärmeleiters zwischen Linsensystem und Mikroskopröhre vorgeschlagen. Eine 30 Mm hohe Elfenbeinröhre in solcher Weise angebracht ermässigt jenen Fehler beträchtlich.

Um elektrische Ströme durch ein unter dem Mikroskop befindliches Objekt zu leiten, hat man verschiedene Vorrichtungen hergestellt. Als ein Beispiel führen wir hier die einfache Harting'sche an (Fig. 72).

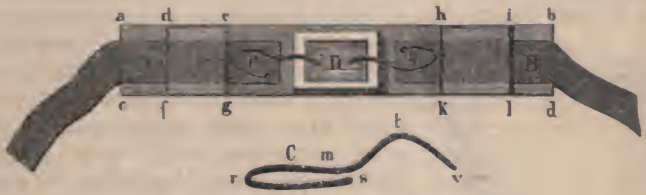


Fig. 72. Harting's elektrischer Apparat.

Auf einen Objektträger *abcd* sind mit Stärkekleister zwei etwas schmälere Stanniolstreifen *AB* befestigt, dass ein Theil des Stanniol die Kante des Objektträgers überragt, um mit den Leitungsdrähten des galvanischen Apparats sich zu verbinden. Der Mittelraum des Objektträgers bleibt frei. Auf jene Stanniolstreifen kittet man mit Seeleim oder einer Mischung von Pech und Harz die beiden Glasplättchen *defg* und *hikl*, um hier die Klemmen des Objekttisches aufruhen zu lassen. Die beiden (am besten aus Platina bestehenden) Poldrähte *p* und *p* werden nicht befestigt und erhalten die bei Fig. *C* angegebene Krümmung. Die Partie *mrs* liegt auf dem Stanniol, der andere aufgebogene Theil *mtv* (welchem man eine beliebige Krümmung geben kann) taucht mit seiner Spitze in die Beobachtungsflüssigkeit, welche in unserer Zeichnung von einer Zelle (*D*) umschlossen ist. — Man kann natürlich leicht Modifikationen am Harting'schen Apparate anbringen.

Sechster Abschnitt.

Die Präparation mikroskopischer Objekte.

Handelt es sich um mehr als die Betrachtung fertiger Präparate einer Sammlung, so müssen in den meisten Fällen die zu untersuchenden Objekte eine Präparation erleiden, und zwar — was wir schon einmal bemerkt haben — eine möglichst sorgfältige und reinliche. Nur bei der Durchmusterung des Blutes, des Schleimes, pathologischer Flüssigkeiten etc. genügt die Ausbreitung eines Tropfens derselben.

Zur Aufnahme des zu untersuchenden Gegenstandes bedient man sich der sogenannten Objektträger. Es sind dieses einfache Glasplatten. Man hält sich derselben einige Dutzend vorräthig und bewahrt sie im gereinigten Zustande und geschützt vor Staub in einem wohl schliessenden Kästchen. Gute Objektträger sollten aus reinem, am besten ganz farblosem Glase bestehen und zum Schutze des Instrumentes geschliffene Ränder besitzen. Allzudickes Glas ist bei Benutzung der stärksten Linsensysteme und der dabei erforderlichen Zylinderblendungen unzweckmässig. Man nehme sie daher nur $^1/_3$—$^1/_2$‴ dick. Die Form wird am zweckmässigsten eine länglich viereckige (3 Zoll auf 1 Zoll) und nur bei sehr schmalem Objekttische eine entsprechend schmälere sein. Quadratische Objektträger sind weniger zweckmässig. Im Uebrigen gewöhne man sich daran, den zu untersuchenden Gegenstand auf die Mitte der Glasplatte zu bringen. Selten wird derselbe im trocknen Zustande beobachtet werden, in der Regel mit dem Zusatz einer Flüssigkeit, des Wassers, Glycerin etc. Dieses giebt man mit Beginn der Präparation hinzu. Die erforderliche Menge lernt man bald beurtheilen.

Ist das Untersuchungsobjekt ein grösseres und namentlich dickeres, will man z. B. einen kleinen Embryo, ein ansehnlicheres Injektionspräparat untersuchen, so bringt man jenes mit Flüssigkeit in einem Uhrgläschen unter das Mikroskop. Zweckmässiger sind kleine quadratische Glaskästchen, etwa ein bis anderthalb Zoll messend, mit einem 2—3‴ hohen Rand (Fig. 73). Auch sogenannter Glaszellen, wie sie die Engländer verfertigen (s. weiter unten bei der Anfertigung mikroskopischer Präparate) kann man sich mit Vortheil bedienen. Weniger zweckmässig erweisen sich dicke, mit exkavirter Mitte versehene Objektträger.

Fig. 73. Glaskästchen.

Selten, und fast nur in den letzteren Fällen, wird man das Präparat unbedeckt untersuchen. Zum Bedecken dienen dann die bekannten Deckgläschen oder Deckplättchen. Früher benutzte man vielfach bei schwächeren Vergrösserungen die Stücke eines ziemlich dicken Glases. Gegenwärtig, wo man für weniges Geld dünne und sogar sehr dünne Glasplättchen aus England bezieht, sind jene ausser Gebrauch gekommen.

Wie wir in einem früheren Abschnitte gesehen haben, ist die Dicke der Deckplatte bei stärkeren Linsensystemen ein in das optische Verhalten tief eingreifendes Moment. Man findet sich deshalb in der Lage, eine Reihe verschieden dicker Exemplare jener Deckgläschen zu halten, welche man in besonderen bezeichneten Schächtelchen bewahrt. Solche von $^1/_5$—$^1/_6$‴ Dicke, bis zu andern von $^1/_{10}$ und $^1/_{15}$‴ nach den Linsensystemen des Mikroskops sind hierzu erforderlich. Mitunter bei sehr zarten Gegenständen wird der Druck eines solchen kleinen Gläschens noch

allzustark, wenn man Zerquetschtwerden oder Zerspalten verhüten will. Es ist dann nothwendig, einen härteren Körper zwischen Objektträger und Deckplättchen einzuschieben, eine Vorsichtsmaassregel, von welcher ebenfalls schon auf einer vorhergehenden Seite die Rede gewesen ist.

Zur Präparation sind einige geeignete Instrumente erforderlich. Glaube man aber nicht, dass der Bedarf ein grosser sei. Einfache Werkzeuge in geübter Hand leisten dasselbe in kürzerer Zeit, ja mehr als komplizirte. Allerdings hat man eine Reihe von mikroskopischen Messerchen, kleinen Pinzetten und Scheerchen erfunden, welche aber gewöhnlich Niemand als der Erfinder zu benutzen pflegt, und die in der Regel ein ganz werthloser Kram sind.

Zunächst bedarf man zum Erfassen einiger feiner, d. h. mit dünnen Spitzen auslaufender Pinzetten. Man wähle solche mit leichtestem Schlusse und sehr feinen Spitzen, nicht die schwer beweglichen, welche manche Anatomen zu benutzen pflegen. Die Spitzen müssen entweder ganz glatt oder nur sehr leicht gekerbt sein. Vieles, namentlich von sehr zarter Natur, überträgt man zweckmässiger mit einem feinen Malerpinsel.

Zum Zerschneiden kommt die Scheere in erster Linie zur Verwendung. Eine feine sogenannte Augenscheere ist unentbehrlich. Für manche Zwecke ist eine mit gekrümmten Blättern versehene kleine zweckmässig; auch eine feine Kniescheere leistet hier und da gute Dienste.

Von verhältnissmässig geringerem Werthe sind einige kleine Messerchen. Ein paar sehr feine Skalpelle mit schmalen spitzen Klingen, wo möglich aus etwas stärker gehärtetem Stahle, leisten die besten Dienste. Die gewöhnlichen anatomischen Skalpelle sind viel zu plump und in der Regel aus allzuweichem Stahle bestehend, um dem Mikroskopiker von Nutzen zu sein.

Handelt es sich um ein noch feineres schneidendes Instrument, so bedient man sich der gewöhnlichen Staarnadeln. Auch zum Uebertragen kleiner Gegenstände leisten sie ausgezeichneten Dienst.

Ein Zerreissen mikroskopischer Objekte wird bei histologischen Untersuchungen sehr gewöhnlich erforderlich. Ein paar nicht allzulange, aber mit sehr fein zugeschliffener Spitze versehene Stahlnadeln, in hölzernen Stielen eingelassen, erfüllen jede Anforderung. Ein derartiges Zerzupfen, wenn es nothwendig ist, lasse man bei der Kleinheit der Formelemente des menschlichen Körpers stets mit Genauigkeit eintreten und wende die paar Minuten, welche erforderlich sind, dazu an, da man durch ein gutes Präparat für die geringe Mühe belohnt wird. Anfänger fehlen hier sehr häufig. Sie hören mit dem Zerzupfen des viel zu massenhaft genommenen Präparates allzufrühe auf.

Nicht selten wird es sich hierbei um eine so feine Arbeit handeln, dass man zu vergrössernden Gläsern, zur Lupe oder dem einfachen Mikroskop, greifen muss. Letzteres leidet nun aber an einem sehr grossen Uebelstande seiner stärkeren Linsen, an einer Kürze des Fokus, welche bald jede Nadelarbeit unmöglich macht. Es ist daher ein Verdienst von Zeiss in dem Fig. 74 abgebildeten Mikroskop ein brauchbareres Instrument geliefert zu haben. Dasselbe trägt an kurzem Rohre ein aus drei Gläsern bestehendes Linsensystem und als Okular eine Konkavlinse. Noch bei 150—200facher Vergrösserung gestattet es den Gebrauch der Präparirnadeln. Das bildumdrehende Okular unserer Fig. 67 (S. 59) erlaubt indessen die gleiche Verwendung eines zusammengesetzten Mikroskops.

Sehr häufig befindet man sich in der Lage, aus frischen oder besonders aus künstlich erhärteten Theilen sehr dünne Schnitte zu machen. Man hat dazu Messer mit doppelten, dicht neben einander parallel laufenden Klingen benutzt. Am bekanntesten ist hier das von Professor Valentin erfundene Doppelmesser geworden. Es ist nicht leicht, ein solches Instrument, welches unsere Fig. 75 bei 1 wiedergiebt, gut herzustellen, und ein nicht gelungenes leistet eigentlich gar nichts. Eine Vervollkommnung hat später dieses Valentin'sche Werkzeug durch die

Fig. 74. Neues Präparirmikroskop von Zeiss.

Hand englischer Messerschmiede erfahren. Wir sehen eine solche zweckmässigere Gestalt des Doppelmessers in derselben Figur bei 2 dargestellt. Indessen auch mit diesem verbesserten Instrumente ist leider nicht viel zu erreichen, wie ich aus eigener Erfahrung weiss.

Bei weitem vorzüglicher ist es, mit freier Hand durch ein gutes Rasirmesser derartige dünne Schnitte anzufertigen. Disponirt man über einige der-

Fig. 75. Doppelmesser. *a* das Valentin'sche, *b* das verbesserte Instrument der Engländer.

selben und hat man die nothwendige Geschicklichkeit erworben, so wird man dem Doppelmesser den Abschied geben. Am geeignetsten sind gute englische Rasirmesser von möglichst leichtem Bau und kleinerer Klinge. Letztere kann für viele Zwecke flach geschliffen sein. Bei sehr dünnen und feinen Schnitten ist eine hohl geschliffene Klinge vorzuziehen. Gutes Schärfen und die sehr oft wiederkehrende Benutzung eines Streichriemens sind erforderlich, das Messer im geeigneten Zustande zu erhalten. Die Klinge gleich dem Präparat, welches durchschnitten werden soll, müssen stark angefeuchtet sein, denn eine trockene giebt niemals einen guten Schnitt. Von der nassen Klinge nimmt man den feinen Durchschnitt am zweck-

mässigsten mit einem Pinsel ab und breitet ihn dann sorgsam und vorsichtig auf dem Objektträger aus. Nur zur Anfertigung sehr grosser Schnitte in hinreichender Feinheit versagt das Rasirmesser bei dem breiten Rücken seiner Klinge den Dienst. Hier kommt dann nach Thiersch ein anderes Instrument vortheilhaft zur Verwendung, nämlich eine papierdünne Messerklinge (etwa 1 Cm. breit und 20 Cm. lang), welche in den Bogen einer gewöhnlichen Uhrmachersäge eingespannt wird.

Zur Gewinnung sehr feiner Schnitte hat Hensen ferner einen unter dem Mikroskop verwendbaren Apparat, den »Querschnitter«, erfunden. Ich kenne ihn nicht aus eigener Erfahrung; ebenso wenig als ein in neuerer Zeit von His hergestelltes und auch durch Andere empfohlenes Instrument. Für einzelne Fälle sind solche Apparate gewiss zweckmässig; in der Regel erfüllt die geübte Hand des Präparateur den gleichen Zweck.

Sehr kleine Gegenstände bieten bei der Anfertigung dünner Schnitte eigenthümliche Schwierigkeiten dar, indem sie nicht gleich derberen Massen von den Fingern der linken Hand gehalten werden können. Feuchte Theile klemmt man zu diesem Zwecke in andere massenhaftere ein, so z. B. das Rückenmark eines der kleinsten Säugethiere in das eines grösseren Geschöpfes. Auch ein Einlegen kleiner Gegenstände in eine dicke Lösung des arabischen Gummi, ein Einschmelzen in ein Gemisch aus Wachs und Oel (Stricker), in Paraffin sowie in Glycerinleim (Klebs) leistet gute Dienste. Wir geben hierzu noch einige Vorschriften, welche leicht nach Bedürfniss modifizirt werden können:

1) Einbettung in Gummi. Man erfüllt eine Papierdüte mit einer sehr konzentrirten Lösung des arabischen Gummi und bringt das durch Alkohol entwässerte Objekt in diese Masse. Das Ganze kommt für zwei bis drei Tage in Alkohol und ist dann schnittfähig. Zum Abwaschen der Schnitte dient Wasser.

2) Einschmelzung in ein Wachs- und Oelgemisch. Beide, etwa zu gleichen Theilen, werden durch Erwärmung in einer Porzellanschale verflüssigt und in eine Papierdüte gebracht. Das vorher durch Alkohol entwässerte und durch ein ätherisches Oel durchsichtig gemachte Präparat kommt hinein und kann unmittelbar nach dem Erkalten geschnitten werden. Zum Abspülen verwendet man Terpentinöl.

3) Einschmelzung in Paraffin. Man macht in ein Stück Paraffin eine Höhlung, füllt diese theilweise mit flüssigem sogenanntem Paraffinöl. In diese letztere kommt das durch Alkohol und Chromsäure erhärtete Objekt. Man übergiesst abermals mit Paraffinöl und kann später für einige Zeit nochmals in Weingeist einlegen. — Auch ein Auftropfen des Paraffin auf eine Guttaperchaplatte, eine Zugabe des Objektes, welches durch nochmaliges Uebertropfen bedeckt wird, genügt für manche Fälle (His).

4) Einbettung in Glycerinleim. Etwa 1 Volum sehr konzentrirter Hausenblaselösung und $^1/_2$ Vol. reines Glycerin nehmen Alkohol- oder Chromsäure-Präparate auf. Nach dem Erkalten bringt man in jene letzteren Zusatzflüssigkeiten das Ganze zurück, wo dann die genügende Erhärtung von Objekt und Gelatine eintritt.

5) Einbettung in Transparent-Seife. Flemming löst sie in $^1/_3$—$^1/_2$ ihres Volumen Weingeist. In die erwärmte Masse werden die Alkohol-Objekte eingeschlossen und einen bis zwei Tage zum Trocknen des Einschlussmittels hingesetzt. Jetzt zerschneidet man mit trockner Messerklinge die vollkommen durchsichtige Substanz (ein grosser Vortheil) und das Objekt. Zum Lösen der Seife dient destillirtes Wasser, zum Einschluss des Präparates Glycerin.

Bei sehr harten Gegenständen, wie Knochen und Zähnen, ist das Messer zur Gewinnung dünner Schnitte nicht mehr verwendbar. Hier bedient man sich einer kleinen Säge mit einem Uhrfederblatt und schleift den herausgenommenen Schnitt auf einem Schleifstein. Ein kleiner drehbarer Handschleifstein wird am schnellsten und besten eine derartige Behandlung gestatten.

Ein ganz unentbehrliches Werkzeug ist endlich für den Histologen der gewöhnliche Malerpinsel. Abgesehen davon, dass er die Gläser des Mikroskops von Staub zu reinigen hat, kommt er bei der eigentlichen Präparation zur ausgedehntesten Verwendung. Fremde Körper, Verunreinigungen auf der Oberfläche des Präparates werden durch ihn am besten entfernt, dünne zarte Schnitte am passendsten auf der Glasplatte ausgebreitet. Handelt es sich darum, aus einem Objekte zellige Elemente, welche häufig in Unzahl vorkommend das Gerüste jenes und seinen ganzen Aufbau verdecken können, wegzuschaffen, so leistet hier weit mehr als das Auswaschen mit dem Strahle einer Spritzflasche, das Auspinseln, eine Methode, welche His erfunden hat. Der Gegenstand wird mit Flüssigkeit (gewöhnlich Glycerin und Wasser) reichlich befeuchtet und bedeckt und dann in rasch auf einander folgenden senkrechten Bewegungen mit einem Malerpinsel von mittlerer Stärke bearbeitet (Fig. 76). Allmählich trübt sich die Zusatzflüssigkeit und das Gewebe hellt sich auf. Dann nach einigen Minuten dreht man das Präparat um und wiederholt die Prozedur an dessen anderer Fläche. So kommt man denn allmählich unter Entfernen der alten und Zusetzen neuer Flüssigkeit dahin, das Gerüste isolirt zur Anschauung zu gewinnen. Auch das Pinseln eines in grösserer Flüssigkeitsmenge schwimmenden Objektes, etwa in einem der oben erwähnten Glaskästchen, leistet gute Dienste. Es ist allerdings eine gewisse Geduld erforderlich, um auf diesem Wege ein gutes Präparat zu erzielen, und noch mehr, eine richtige Konsistenz des so zu bearbeitenden Gegenstandes. Ist dieser noch nicht hinreichend erhärtet, so erhält man überall, auch bei vorsichtiger Handhabung des Pinsels, Zerreissungen. Solche Theile werden dann, einen oder zwei Tage länger erhärtet, gewöhnlich ganz brauchbar. Weit schlimmer ist es, wenn man einen übermässig erhärteten Theil in dieser Weise behandeln soll. Hier ist entweder nur ein sehr unvollkommenes Präparat zu erhalten, oder gar keins; die Zellen lassen sich eben nicht mehr entfernen. In der Regel gebe man die Sache hier auf, denn auch ein nachträgliches Erweichen führt selten zum Ziele. Einige nähere Vorschriften über die Pinselmethode hat auch Billroth geliefert.

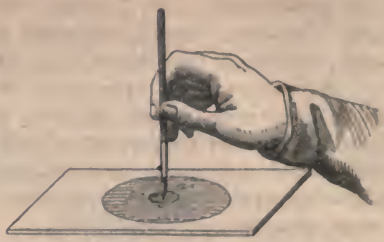


Fig. 76. Das Pinseln mikroskopischer Objekte.

Fig. 77. Die Pipette.

Um überschüssige Flüssigkeit von einem Objektträger wegzunehmen, kann man sich eines Streifen Löschpapiers mit feinster Zuspitzung bedienen. Zweckmässiger ist eine kleine Pipette (Fig. 77), ein Instrument, welches bei Herstellung bleibender Präparate kaum entbehrt werden kann.

Siebenter Abschnitt.

Zusatzflüssigkeiten und chemische Reagentien. Titrirmethode.

Verhältnissmässig selten untersucht man thierische Theile im einfach trockenen Zustande. In der Regel bedient man sich einer Zusatzflüssigkeit. Diese kann sich indifferent verhalten (obgleich dieses viel seltener, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt, der Fall ist), sie kann chemisch auf das Objekt einwirken, kann ihm Flüssigkeit entziehen, oder solche in sein Inneres eintreten lassen, so dass Schrumpfungen oder Quellungen die Folge sind, und kann endlich Aenderungen der Brechungsverhältnisse in den Gewebesubstanzen herbeiführen.

Sehen wir zuerst nach den letzteren. Je grösser der Gegensatz zwischen dem Brechungsvermögen des Objektes und des umgebenden Medium ausfällt, um so schärfer wird ersteres hervortreten. So erkennen wir trocken, von atmosphärischer Luft umgeben, manche zarte Strukturen am deutlichsten, während der Zusatz von Wasser, indem er die Lichtbrechung ändert, vielleicht jenes Detail gar nicht mehr oder kaum noch hervortretend wahrnehmen lässt. Viele Texturverhältnisse thierischer Theile sind bei den geringen Verschiedenheiten des Brechungsvermögens zwischen ihnen und dem umgebenden Wasser überhaupt nur mühsam wahrnehmbar, so dass wir Harting Recht geben müssen, welcher sagt, es würde die Auffindung einer Zusatzflüssigkeit von geringerem Brechungsexponenten, als ihn Wasser besitzt, ein sehr werthvolles Hülfsmittel bei manchen Untersuchungen gewähren. Dass in anderer Weise, durch Färbungen des Gewebes, durch die Anwendung koagulirender und darum trübender Zusätze vieles dunkler und schärfer hervortretend gemacht werden kann, findet sich weiter unten erörtert. Auch indem ein Bestandtheil, etwa der Kern einer Zelle, durch einen Zusatz dunkler wird, dagegen die umgebende Substanz ein geringeres Brechungsvermögen erhält, wirken gewisse Reagentien sehr vortheilhaft ein, so z. B. die Essigsäure. Diese bietet uns für das Bindegewebe ein lehrreiches Beispiel, wie wenig man überhaupt berechtigt ist, an der Hand einer Untersuchungsmethode, da wo man im Sehfelde nichts erblickt, auch nichts anzunehmen. Indem sie die in feinste Fasern zerklüftete Zwischensubstanz des Bindegewebes zum Aufquellen bringt, wird das Brechungsvermögen dieser und der umgebenden Flüssigkeit das gleiche, so dass man an eine Auflösung jener Fibrillen durch das Reagens denken müsste, wenn nicht andere Methoden jene durch die Säure unsichtbar gewordenen Fasern wieder hervortreten liessen.

Auf der anderen Seite macht sich sehr oft das Bedürfniss geltend, allzu dunkle und darum nicht mehr erkennbare Gegenstände durch Zusatz stark lichtbrechender Flüssigkeiten möglichst aufzuhellen. Hierzu können konzentrirtere Lösungen von Zucker, Gummi, Eiweiss benutzt werden, wenn es sich um Aufhellung von Wasser durchtränkter Theile handelt. Die Neuzeit hat in dem Glycerin ein ganz unschätzbares derartiges Hülfsmittel kennen gelernt; auch Kreosot verdient für momentane Beobachtung Empfehlung. Wasserfreie Gewebe erfahren noch nachhaltigere Aufhellungen durch die alkoholischen Lösungen gewisser Harze (s. u.), durch Terpentinöl, Kanadabalsam und Anisöl. Während nämlich der Brechungsexponent des Wassers 1,336 ist, besitzt Eisessig denjenigen von 1,38, reines Glycerin von 1,475 (Glycerin und Wasser zu gleichen Theilen von 1,40), das Terpentinöl von 1,476, der Kanadabalsam von 1,532—1,549, und das Anisöl sogar von 1,811.

Wie sehr durch das Brechungsvermögen der Zusatzflüssigkeit das Ansehen eines mikroskopischen Objektes bestimmt werden muss, leuchtet ein. Ein feiner

Glasstab in Wasser liegend, wird bei der Verschiedenheit der Brechungsexponenten richtig leicht erkannt werden. Legen wir ihn in Kanadabalsam ein, wobei jene nahezu gleich werden, so hört der Glasstab auf zu glänzen und kann nur bei grosser Aufmerksamkeit von einem flachen Bande noch unterschieden werden. Wählt man als Zusatzflüssigkeit Anisöl, so erhält man ein Bild, als ob innerhalb des Oels ein Hohlgang verlaufe (Welcker).

Die Auffindung von in Wirklichkeit indifferenten, d. h. das Gewebe nicht umändernden Zusatzflüssigkeiten kann den Mikroskopikern nicht dringend genug an das Herz gelegt werden. Man war hier in den Schlendrian hineingerathen, dem reinen Wasser eine solche Rolle, die es in der That nicht spielt, mit gläubiger Freigebigkeit zu ertheilen. Höchstens gab man zu, dass ein kleiner Bruchtheil thierischer Gewebe eine Ausnahme machte, da man die energische Einwirkung des Wassers auf die farbigen Blutzellen und die Elemente der Retina einmal nicht läugnen konnte. Dass die Anzahl der vom Wasser affizirten Gewebe eine weit grössere sei, dass nur wenige sich indifferent verhalten dürften, war wohl Einzelnen klar, durchaus aber nicht allgemein bekannt. Während endosmotische Vorgänge die physikalische Physiologie der Gegenwart so vielfach beschäftigt haben, fehlt es auf mikroskopischem Gebiete auch jetzt noch eigentlich an den Anfangsarbeiten über jenen Prozess.

Die Theorie muss verlangen, jeden Körpertheil mit einer Zusatzflüssigkeit zu untersuchen, die in qualitativer und quantitativer Hinsicht dem Fluidum gleich ist, welches das lebende Gewebe durchtränkt. Die Praxis kann natürlich diesen Anforderungen nicht vollkommen genügen; ihr Ziel wird sein müssen, dieselben nur annähernd zu erreichen.

Als passende Zusätze werden bei der Untersuchung zarter veränderlicher Gewebe in der Regel empfohlen Speichel, Glaskörperflüssigkeit, Fruchtwasser, Blutserum, verdünntes Hühnereiweiss, und unter Umständen erfüllen sie ihren Zweck in genügender Weise. Glaube man jedoch nicht hiermit stets ausreichen zu können. Ein und dasselbe Gewebe verschiedener Thierarten reagirt gegen die nämliche Zusatzflüssigkeit nicht selten different, wie wir es an den Blutkörperchen bemerken. Von Wichtigkeit ist eine leicht zu konstatirende Beobachtung Landolt's, welche uns M. Schultze mittheilt, dass thierische Flüssigkeiten durch Zusatz eines Stückchens Kampher eine gewisse Zeit hindurch vor Zersetzung bewahrt werden können.

Wenn es sich um die Eigenschaften derartiger indifferenter Flüssigkeiten handelt, so bietet uns eine physikalische Untersuchung Graham's hier einen Schlüssel.

In einer höchst interessanten Arbeit (Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 121, S. 1) hat dieser Gelehrte vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass nach dem Diffusionsvermögen zweierlei Substanzgruppen unterschieden werden müssen, welche er mit dem Namen der Krystalloid- und Kolloidsubstanzen bezeichnet hat. Erstere, den krystallinischen Körpern angehörig, diffundiren rasch und erinnern in dieser Hinsicht an flüchtigere Stoffe; letztere, charakterisirt durch die Unfähigkeit, den krystallinischen Zustand anzunehmen, zeigen ein sehr geringes Diffusionsvermögen. Unter den organischen Körpern zählen z. B. Gummi, Stärkemehl, Dextrin, Schleim, Eiweiss- und Leinstoffe hierher.

Bringt man über eine Lösung, welche beiderlei Stoffe, z. B. Chlornatrium und Eiweiss enthält, eine Wassersäule, so wird das Kochsalz bis zu der obersten Schicht der Flüssigkeit vordringen, während das Eiweiss bei seinem geringen Diffusionsvermögen bei weitem weniger hoch hinauf gelangt, so dass die oberen Schichten von ihm frei bleiben. Gallertige Massen aus der Koloidreihe, z. B. Schleim, gestatten den leicht diffusiblen Stoffen einen sehr leichten Durchgang, setzen dagegen weniger diffusiblen einen energischen Widerstand entgegen und lassen andere Kolloidsubstanzen nicht durch. Man kann durch passende derartige

Membranen Krystalloidstoffe von Kolloidsubstanzen trennen und die letzteren auf diesem Wege vollkommen reinigen. Selbst in einer steifen Gallerte verbreiten sich nach Graham's Beobachtungen leicht diffusible Substanzen, wie Kochsalz, mit fast derselben Leichtigkeit wie in reinem Wasser.

Die hohe Bedeutung dieser Untersuchungen für die Diffusionsvorgänge in den aus Kolloidsubstanzen erbauten Geweben liegt auf der Hand.

Die oben genannten indifferenten Flüssigkeiten erscheinen uns nun unter neuer Beleuchtung. Sie enthalten stets Kolloid- und Krystalloidsubstanzen. Im Glaskörper finden sich 987 Theile Wasser auf etwa 4,6 Theile Kolloidstoffe und 7,8 Krystalloidsubstanz (d. h. Kochsalz). Im Fruchtwasser begegnet man ähnlichen Verhältnissen. In 1000 Theilen kommen ungefähr 3,8 an Kolloidsubstanz (Eiweiss), an Salzen 5,8 und daneben noch 3,4 Harnstoff vor. Im Blutserum haben wir etwa 8,5 Proz. Kolloid- und 1 Krystalloidsubstanzen.

Es bedarf nach dem Besprochenen eigentlich nicht mehr der Bemerkung, dass Flüssigkeiten, welche entweder nur Krystalloid- oder nur Kolloidstoffe führen, auf den Charakter wahrhaft indifferenter Zusätze keinen Anspruch machen können, wenn sie am Ende auch recht wohl eine Zeit lang Umrisse und Formen der Gewebebestandtheile nicht sichtbar verändern.

Mit Recht hat man demgemäss hervorgehoben, dass der Mikroskopiker solche indifferente Flüssigkeiten vorräthig halten soll, um so mehr als Eiweisslösungen durch Auflegen eines Stückchens Kampher vor Fäulniss leicht bewahrt werden können, ebenso das Fruchtwasser. Eine Lösung von mittelst des Graham'schen Dialysator gereinigtem Eiweiss von bekannter quantitativer Zusammensetzung und mit einer bestimmten Menge Kochsalz versetzt, wird so eine Zeit lang sich aufbewahren lassen und dann, für den jedesmaligen Gebrauch mit Wasser verdünnt, gute Dienste leisten. Zur längeren Konservirung grösserer Gewebestücke versagt sie dagegen den Dienst.

Dass auch die Lösungen der für mikroskopische Zwecke jetzt üblichen Salze mit einem Zusatz von Kolloidstoffen eine Prüfung verdienen, liegt auf der Hand. Schultze hat später eine mit Iod versetzte eiweisshaltige Flüssigkeit auf das Lebhafteste empfohlen — und in der That leistet sie nach eignen Erfahrungen trefflichen Dienst. Diese, von ihm »Iodserum« genannt, besteht aus dem Amnioswasser der Wiederkäuer-Embryonen, welchem eine konzentrirte Iodtinktur oder eine starke Lösung von Iod in Iodwasserstoffsäure zugesetzt wird. Auf etwa 30 Grammes giebt man unter Umschütteln circa 6 Tropfen der Iodflüssigkeit. Die so zuerst entstehende stark weingelbe Farbe des Gemisches blasst nach einigen Stunden und wiederum später mehr und mehr ab, wo dann die nachträgliche Zugabe einiger Tropfen der Iodlösung erforderlich wird. Unsere Mischung bildet einen trefflichen Zusatz bei der Untersuchung frischer zarter Gewebeelemente, ebenso nach stunden- oder tagelangem Einwirken ein ausgezeichnetes, sehr schonendes Mazerationsmittel. Schon hier müssen wir den bei vielen derartigen Mazerationen höchst wichtigen Rath geben, das einzulegende Stück recht klein und die Menge der Flüssigkeit möglichst gross zu nehmen. Ein künstliches Gemisch aus 30 Grms Hühnereiweiss, 270 Grms Wasser und 2,5 Grms Chlornatrium, mit der entsprechenden Menge Iodtinktur versetzt, scheint einen Ersatz zu bilden.

Bei der Anwendung des Wassers, wo man sich des destillirten bedienen sollte, ist an zarten Gewebeelementen möglicherweise die Aufquellung eine sehr beträchtliche; ja nicht selten können jene in noch nachhaltigerer Weise verändert werden, so dass einem Jeden, welcher sich vor Täuschungen bewahren will, der Rath zu geben ist, hier auch andere Zusatzflüssigkeiten noch zu versuchen, um entscheiden zu können, was in seinem mikroskopischen Bilde unverändert geblieben und was durch das Wasser affizirt worden ist.

Schon mehrmals wurde auf diesen Blättern das Glycerin genannt. Neben seiner aufhellenden Eigenschaft, die für in Reagentien erhärtete und getrübte

Texturen von unschätzbarem Werthe ist, bildet es einen schonenden, wenn auch nicht indifferenten Zusatz für viele Gewebe, selbst wenn es sich um längere Aufbewahrung grösserer Stücke handelt. Sein Aufhellungsvermögen kann man durch Beigabe von Wasser etc. beschränken. Passend für die Beobachtung und Konservirung zahlreicher Objekte ist eine (durch den leider allzu frühe verstorbenen Schweigger-Seidel empfohlene) Mischung von 1 Theil reinem Glycerin und 9 Theilen destillirtem Wasser. Manche zarte Gebilde schrumpfen in Glycerin allerdings; doch wird vieles nach längerer Einwirkung wieder prall und schön. Eine Anzahl eigentlich chemischer Reagentien — z. B. Essigsäure, Ameisensäure, Iod. Gummilösung, chromsauses Kali, Tannin, — können zweckmässig mit ihm verbunden werden, wie es dann noch einen Bestandtheil kalter Injektionsgemische bildet (s. u.) und endlich eine der besten Flüssigkeiten für den feuchten Einschluss der meisten Gewebe darstellt.

Unendlich häufig kommen heutigen Tages chemische Reagentien bei den mikroskopischen Beobachtungen zur Verwendung, und die Zahl derselben, welche für verschiedene histologische und ärztliche Zwecke erforderlich werden, ist keine geringe. Sie sind die gleichen, welche für zoochemische Arbeiten überhaupt gebraucht werden.

Ihre Anwendung bei mikroskopischen Untersuchungen findet zunächst statt, wenn wir über die Natur amorpher und krystallinischer Niederschläge, über die Beschaffenheit von Elementarkörnchen, über die Konstitution der Gewebeelemente in's Reine kommen wollen. Zu diesen Prozeduren bediene man sich der gewöhnlichen Lösungen, natürlich aus einer zuverlässigen Quelle. Ihre Verwendung erfordert aber in Hinsicht des Mikroskops grosse Vorsicht, will man anders dasselbe nicht bald Noth leiden sehen. Wir wiederholen deshalb schon früher gegebene Vorschriften. Jedes Eintauchen der Linsen ist auf das Sorgfältigste zu vermeiden. Man bediene sich nur schwächerer, mit grösserer Brennweite versehener Systeme, und man verwende als Deckplättchen möglichst grosse, breite Gläser. Auch die Objektträger sollten nicht allzu schmal sein, um ein Abfliessen auf den Tisch des Mikroskops zu vermeiden. Letzteren pflege ich mit einer gleich grossen, an den Rändern abgeschliffenen Glasplatte ganz zu bedecken, eine Vorsichtsmaassregel, welche ich einem Jeden, dem Schonung seines Instrumentes am Herzen liegt, sehr anempfehlen möchte. Besteht, wie dieses an einzelnen älteren Mikroskopen getroffen wird, der Objekttisch aus einer mattgeschliffenen schwarzen Glasplatte, so ist dieses für chemische Beobachtungen sehr bequem.

Das Reagens wird entweder mittelst eines zugespitzten Glasstäbchens einfach dem mikroskopischen Präparate zugesetzt, indem man entweder das Deckgläschen vorher abnimmt oder jenes von dem Rande des letzteren aus zum Gegenstande einströmen lässt, oder man lässt es langsam zutreten, um die Reihenfolge der Umänderungen während der Wirkung jenes zu beobachten. Man kann einen Leinwandfaden, dessen eines Ende vom Deckgläschen bedeckt wird, zur Einleitung benutzen, oder zwei an den entgegengesetzten Rändern angebrachte, ganz schmale Streifchen Löschpapier, deren eins die alte Flüssigkeit aufsaugt, während das andere neue einführt, wobei indessen der Zutritt des Reagens schon stärker und energischer sich gestaltet.

Wichtiger als diese momentane Benutzung chemischer Hülfsmittel ist die über längere Zeit sich erstreckende Verwendung derselben als Erhärtungs-, Konservations- und Mazerationsflüssigkeiten, das oft Stunden, ja Tage lang dauernde Verweilen thierischer Theile in der Lösung. Die neuere Zeit hat sich dieser Methoden sehr fleissig bedient, und das Meiste, was in den letzten Jahren zur Kenntniss der Gewebe etc. des menschlichen Körpers gewonnen worden ist, verdankt man jenen. Ihre Ausbildung sollte daher jedem Forscher möglichst angelegen sein. Die Anwendung aber erfordert ein exaktes Verfahren. Mache man sich vor allen Dingen von jenem Schlendrian frei, ein Gewebe eben nur in Essig-

säure, in Schwefelsäure, in Kali- oder Natronlauge zu bringen, unbekümmert, wie stark jene Lösungen sind, wie viel das Volumen des eingelegten Stückes und der zugesetzten Flüssigkeiten betragen u. dergl. Jeder, der mit einer jener chemischen Methoden arbeitet, oder eine neue empfiehlt, hat darum die Verpflichtung, sein Verfahren genau anzugeben.

Da wo es sich nur um ein Einlegen während weniger Minuten handelt, kann man sich der Uhrgläser, oder eines niedrigen kleineren Glaskästchens bedienen. Bei längerer Einwirkung verwende man kleine Fläschchen, mit etwas weiterem Halse und eingeschliffenen Glasstöpseln, oder noch besser kleine graduirte Zylindergläser (Fig. 78). Stets gebe man den Gefässen eine Etikette, um Verwechslungen zu vermeiden, der Zeitdauer sich zu erinnern etc.

Fig. 78. Graduirtes Zylindergläschen.

Gehen wir nun zu den wichtigsten der gegenwärtig gebräuchlichen Reagentien über.

1) Unter den starken **Mineralsäuren** wirken Schwefel-, Salz- und Salpetersäure im konzentrirten Zustande zerstörend auf die meisten histogenetischen Substanzen ein. Doch geben sie für einzelne Gewebe wichtige Isolationsmittel, indem sie deren verbindende oder Kittsubstanz, theils auch das in ihnen vorkommende Bindegewebe auflösen. In mehr wässerigem Zustande bilden sie für verschiedene Gewebe brauchbare Erhärtungsmittel, während in hochgradiger Verdünnung wir die Wirkungen schwacher Säuren. Aufhellungen, Lösungen, Quellungen verschiedener Formelemente gewinnen, und so in jenen Säuren zum Theil sehr wichtige Mazerationsmittel vorliegen.

Schwefelsäure.

Man bediene sich der gereinigten konzentrirten englischen Schwefelsäure, der nicht rauchenden Art, mit einem spezifischen Gewichte von 1,85—1,83.

Konzentrirt findet sie nur geringe Anwendung. Doch ist sie ein zweckmässiges Hülfsmittel bei der Untersuchung der Horngebilde (der verhornten Epidermis, der Nägel und Haare) um die Zellen dieser Gewebe zu isoliren. Ferner bildet sie ein Reagens auf Cholestearin, ebenso in Verbindung mit Iod auf jenes, auf Cellulose- und Amyloidsubstanzen; Zucker und Schwefelsäure röthen viele organische Stoffe, Eiweisskörper, Amyloid, Elainsäure etc.

Stark verdünnt erhärtet die Schwefelsäure eiweissartige Gewebe, indem sie sich ähnlich wie Chromsäure (s. diese) verhält. Sie bietet jedoch den Vortheil vor letzterer, Gallert- und Bindegewebe aufzuhellen und sie sogleich dabei so zu konsolidiren, dass die Anfertigung dünner Schnitte ermöglicht wird. Im Uebrigen kommt bei der Schwefelsäure auf die genaue Konzentration weniger an als bei der Chromsäure*). Behandelt man Bindegewebe 24 Stunden lang mit Schwefelsäure im Zustande höchster Verdünnung, 0,1 Gramme auf 1000 Grammes Wasser, so löst sich jenes bei nachträglichem Erwärmen schon in einer Temperatur von 35 bis 40° C. zu Leim auf, so dass auf diesem Wege andere Formelemente mit möglichster Schonung aus bindegewebigen Theilen isolirt werden können, eine Methode, deren sich Kühne mit Erfolg bei den Muskelfasern bedient hat.

*) M. Schultze, der uns mit diesen Angaben beschenkt hat, verwendet eine Säure von 1,839 spez. Gew., von welcher etwa 18 Tropfen 1 Gramme ergeben. Er empfiehlt im Mittel 3—4 Tropfen auf 30 Grms Wasser (mit Extremen von 1—10) und rühmt ihre Wirkungen zur Erhärtung der Stützsubstanzen in den Zentralorganen des Nervensystems, der Retina, sowie der Netzgerüste der Lymphdrüsen und verwandter Organe.

Schweflige Säure.

Dieselbe in geringer Menge einer Rohrzuckerlösung von 5% zugesetzt (1 Tropfen einer ziemlich gesättigten Lösung ersterer auf 1 Kcm. letzterer Flüssigkeit) ist von Klebs zur Ablösung des Epithel und zum Aufhellen des Bindegewebes ohne Quellung empfohlen worden.

Salpetersäure.

Man kann die reine konzentrirte Salpetersäure der chemischen Laboratorien mit 1,5 spezifischem Gewichte oder auch Säuren mit einem höheren Wassergehalte und einem spezifischen Gewichte von 1,4—1,2 benützen (letztere ist die sogenannte offizinelle Salpetersäure).

Die erstere (von 1,5) mit chlorsaurem Kali zerstört schon nach kurzer Zeit das Bindegewebe und ist so ein gutes Isolirungsmittel der Muskelfäden (Kühne). Doch kann auch mit viel schwächerer Säure dieses Ziel, aber langsamer, erreicht werden. Das Reagens, von Schultze empfohlen, wird bekanntlich von den Botanikern vielfach benutzt und verdiente weitere Prüfung an den thierischen Geweben. Einige Vorsicht ist bei seiner Anwendung immerhin anzurathen.

Von der Eigenschaft der konzentrirten Salpetersäure, Eiweisstoffe gelb zu färben, macht man bei mikroskopischen Untersuchungen im Allgemeinen seltener Gebrauch.

Starke Salpetersäure dient zur Isolirung von sogenannten Bindegewebskörperchen und Knochenkörperchen nebst deren Ausläufern, sowie von Zahnröhrchen.

20% Salpetersäure ist schon vor längeren Jahren durch Reichert und Paulsen empfohlen worden als Mittel zur Isolirung und Erkennung der Elemente der glatten Muskulatur.

Verdünnter Salpetersäure (5—10%) bedient man sich dann ferner zur Extraktion der Knochenerde (eines Gemenges von Kalk- und Magnesiasalzen) aus verkalkten Knorpeln und Knochen. Doch kann hier auch Salzsäure und noch besser Chromsäure oder Pikrinsäure zur Verwendung kommen.

Im Zustande sehr hoher Verdünnung (0,1%) hat Kölliker die Salpetersäure zur Aufhellung von Muskeln vor einigen Jahren geprüft. Sie bietet keinerlei Vorzüge dar.

Salzsäure.

Die reine, mit Chlorwasserstoffgas völlig gesättigte Salzsäure von 1,19 spez. Gew. ist unverdünnt nicht oder nur selten für histologische Untersuchungen verwendbar. Starker Salzsäure bediente man sich vielfach, um in bindegewebigen Organen die Zwischensubtanz zu lösen, und die sogenannten Bindegewebskörperchen mit den von ihnen ausstrahlenden Röhrensystemen zu isoliren: so in der Hornhaut, den Zähnen und Knochen. Es ist hier eine meistens längere, bisweilen mehrtägige Einwirkung nothwendig. Ebenso hat man mittelst ihrer die Zwischensubstanz der Muskeln (Aeby) und der Harnkanälchen (Henle) gelöst. Man verwendet hierzu vielfach eine Salzäure, welche so lange mit Wasser versetzt wird, bis das Gemisch nicht mehr raucht. Als Zeit sind wenigstens einige, gewöhnlich 12—14 Stunden erforderlich. Schwächere Säure wirkt langsamer. Nachher ist das ausgewaschene Objekt mindestens noch einen Tag lang der Mazeration in destillirtem Wasser zu unterwerfen. Ist die Prozedur geglückt, so zerfällt dann bei vorsichtiger Anwendung der Präparirnadel das Ganze rasch und schön. Eine wichtige Modifikation des erwähnten Verfahrens besteht darin, dass man Stücke der Niere 6—8 Stunden lang in Alkohol von 90%, welchem man $^1/_2$—$^3/_4$ (Volum-) % gereinigter möglichst starker Salzsäure zusetzt, kocht. Man nimmt die Operation an einem mit einem Kühlapparat versehenen Kolben auf dem Wasserbade vor (Ludwig und Zawarykin). Auch für andere Drüsen ist das Verfahren gut. Für die Isolirung der Hautnerven hat Tomsa ein Kochen von 1—2 Tagen und längeres

Auswaschen in Wasser empfohlen. Leiminjektionen mit Berlinerblau behalten beiden Methoden gegenüber Farbe und Konsistenz der Gefässe. In ähnlicher Verdünnung wie Salpetersäure ist die Salzsäure zur Extraktion der Knochenerde zu benützen. In hochgradiger Verdünnung von 0,1% bildet sie ein Mazerations- und Aufhellungsmittel des Bindegewebes, dessen Zellen und elastische Elemente dann schön hervortreten; ferner löst unsere Säure die Fleischsubstanz der Muskelfaser und kommt so bei der Untersuchung des Muskelgewebes mit Vortheil zur Verwendung.

Borsäure.

Sie hat bisher nur geringe Verwendung erfahren, so z. B. von Brücke bei Untersuchung von Blutzellen. Er benutzte eine Lösung, welche 2% der reinen geschmolzenen Säure enthielt.

Chromsäure.

Seitdem im Jahre 1840 Hannover den mikroskopischen Beobachtern die Chromsäure als Erhärtungsmittel thierischer Theile empfahl, hat dieselbe sich einen immer steigenden Ruf erworben, namentlich nachdem man das ursprüngliche ungenaue Verfahren, die Stärke ihrer Lösungen nach der Farbe zu taxiren, verlassen hat und zu Bestimmungen mittelst der Waage übergegangen ist.

Und in der That leistet dieselbe zur Erhärtung des Gehirns und Rückenmarks, ebenso peripherischer Nervenapparate Ausgezeichnetes, nicht selten Besseres als der hier zu heftig das Gewebe alterirende Weingeist, während dieser letztere für andere Organe, wie die meisten drüsigen Gebilde, den Darmkanal etc., jener Säure entweder gleich steht oder ihr vorgezogen zu werden verdient.

Man sollte sich stets einer reinen, von Schwefelsäure möglichst freien, gut auskrystallisirten Chromsäure (welche in wohl schliessendem Gefässe an einem trocknen Orte aufzubewahren ist) bedienen und die zu benutzende Menge vor der Verwendung über Schwefelsäure austrocknen. Zur nothwendigen Zeitersparniss halte man sich eine grössere Quantität einer starken Lösung vorräthig, die dann in graduirten Gefässen schnell zu jeder beliebigen Verdünnung gebracht werden kann. Ich löse 2 Grms in 98 Grms (oder Kubikcentimetern) destillirtem Wasser, so dass eine 2%ige Lösung bereit steht.

Zum Erhärten bedarf es einer Chromsäure von 0,5—1, höchstens 2%. Eine höhere Konzentration sollte überhaupt nicht angewendet werden, und mit den schwächeren reicht man meistens besser aus. Ganz frische Theile erfordern im Allgemeinen eine schwächere, etwas ältere Stücke eine stärkere Lösung. Sehr hübsche Resultate erzielt man namentlich bei nicht sehr voluminösen Stücken, wenn man anfänglich mit einer schwachen Lösung (etwa 0,2%) beginnt und dann nach einigen Tagen die Flüssigkeit durch eine von stärkerer Konzentration (0,5—1%) ersetzt, in welcher das Objekt Tage und Wochen lang verbleibt, bis der gewünschte Härtegrad erreicht ist. Dann — schon der in Chromsäurelösungen so leicht entstehenden Schimmelbildung wegen — sollte das erhärtete Präparat in wässrigem Weingeist aufbewahrt werden.

Handelt es sich um das Härten eines voluminösen Organes, so ist vor dem Einlegen in die Chromsäure das vorherige Durchtreiben der gleichen Solution durch die Blutbahnen jenes Theiles zu empfehlen.

Indessen bei allen Chromsäurewirkungen kommt auf den richtigen Konzentrationsgrad sehr viel an, und diesen wird auch der Geübteste nicht immer treffen, um so mehr, als die Schwefelsäureverunreinigung sich sehr ungleich gestaltet. Sehr voluminöse Organe können eine erhärtete Rinde bei einem faulenden Innern darbieten. Ueberhärtete Theile zeigen starke Schrumpfungen der Gewebeelemente und werden oft so spröde und brüchig gefunden, dass dünne Schnitte nicht mehr anzufertigen sind. Bisweilen verbessert sich das Organstück durch tagelanges Ein-

legen in Glycerin. Zweckmässiger ist es, von diesem etwas gleich anfänglich der Chromsäure beizufügen.

Soviel von jenen konzentrirteren, zum Erhärten dienenden Chromsäurelösungen. Das Reagens besitzt aber in hohen Verdünnungen noch eine andere wichtigere Eigenschaft, nämlich unter Bewahrung feinster Texturverhältnisse in etwas mazerirend einzuwirken, so dass sehr zarte Organisationen, besonders in nervösen Theilen, auf diesem Wege sichtbar gemacht werden können, welche bei der Untersuchung des frischen Gewebes völlig verborgen bleiben. Gerade hierdurch hat es zunächst in der Histologie der höheren Sinnesnerven einen sehr nachhaltigen Einfluss geübt, wovon namentlich die Arbeiten von M. Schultze ein Zeugniss ablegen. Später hat man sich derselben zur Erforschung der Zentralorgane des Nervensystems, der Ganglien, sowie drüsiger Strukturen mit Erfolg bedient.

Im Allgemeinen sind nach den vorliegenden Erfahrungen hierzu Konzentrationsgrade von nur 7—15 Millegrms auf 30 Grms, also Lösungen von ungefähr 0,025—0,05% Wasser, verwendbar, durch welche im glücklichen Falle nach 1—3 Tagen der gewünschte Effekt erzielt wird. Andere sind sogar bis zu Verdünnungen von 0,02, 0,01% und weniger herabgegangen (Deiters, J. Arnold, Kühne) — und auch ihnen kann eine Wirkung nicht abgesprochen werden.

Von grösserer Bedeutung als beim einfachen Erhärten wird hier dann noch das Volumen des eingelegten Organtheiles und der Zusatzflüssigkeit. Im Allgemeinen ist natürlich bei der Kleinheit des ersteren und reichlichem Flüssigkeitszusatz die Wirkung eine energischere und schnellere, so dass man hier das Ziel leicht überschreitet. Passend ist es deshalb, das einzulegende Stück nicht allzu klein zu wählen und die Flüssigkeit nicht allzu reichlich zuzusetzen. Jene ersteren Objekte werden deshalb (wie bei stärkeren Lösungen) lebhaft gelb und undurchsichtig, die letzteren blasser und halbdurchscheinend sich ergeben.

Der interessanten und in ihren Konsequenzen für die mikroskopische Technik höchst wichtigen Beobachtungen Graham's über sogenannte Kolloid- und Krystalloidsubstanzen haben wir schon oben gedacht. Schultze (der unter den deutschen Histologen zuerst die volle Bedeutung der Graham'schen Arbeit erfasst hat), macht mit Recht darauf aufmerksam, dass es sich hier eben nicht um die Chromsäurewirkung allein handele, dass vielmehr bei grösseren in mässige Flüssigkeitsmenge eingelegten Stücken noch der Effekt von Kolloidstoffen des Gewebes, wie Blut, Schleim, Eiweiss desselben, hinzukomme, so dass ein aus Krystalloid- und Kolloidstoffen zugleich bestehendes Fluidum resultirt, während ein kleines Stückchen Gewebe in eine grössere Menge von Chromsäurelösung gebracht fast nur die Einwirkung dieser Krystalloidsubstanz erfährt.

Die mikroskopische Technik befindet sich gegenwärtig noch in ihren Jugend-, um nicht zu sagen Kinderjahren. Sicher werden derartige Verbindungen in einer reiferen Periode eine wichtige Rolle spielen. Schultze berichtete uns vor Jahren, dass er darauf bezügliche Untersuchungen anstelle und dass als Kolloidsubstanz eine wässerige Lösung des arabischen Gummi passend erscheine. Möge er uns hierüber weitere Mittheilungen machen!

Aehnliche, aber weit schwächere und viel langsamer eintretende Effekte kommen auch dem doppelt chromsauren Kali zu, von welchem weiter unten die Rede sein wird.

Man hat endlich noch einen andern sehr vortheilhaften Gebrauch von der Chromsäure gemacht, sie nämlich zum Entkalken von sogenannten ossifizirten Knorpeln, ebenso der Knochen verwendet. Hier empfiehlt sie sich namentlich für fötale Gewebe. Es ist im Allgemeinen ein stärkerer Konzentrationsgrad (etwa 2% Thiersch) und während eines mehrwöchentlichen Einliegens ein öfteres Wechseln der Flüssigkeit erforderlich. Passend ist es, etwas Glycerin beizufügen. Ein kleiner Zusatz von Chlorwasserstoffsäure kann die Wirkung verstärken, ohne dass zarte Texturen Noth litten. Hinterher bringe man die vorher ausgewaschenen

entkalkten Objekte zur weiteren Erhärtung in absoluten oder wenigstens starken Alkohol. Aehnliche Entkalkungen erreicht man im Uebrigen auch durch Holzessig und Pikrinsäure (s. unten).

Oxalsäure.

Die Oxalsäure war früher wenig oder gar nicht von den Histologen benutzt worden. Vor einiger Zeit hat M. Schultze mit ihr eine Reihe von Versuchen angestellt, welche derselben einen nicht unwichtigen Rang unter den Reagentien des Mikroskopikers anwiesen. Eine kalt gesättigte Lösung der Oxalsäure (ein Theil reines krystallinisches Säurehydrat erfordert zur Solution 15 Theile Wasser) lässt bindegewebige Strukturen aufquellen und durchsichtig werden, während die von eiweissartigen Stoffen gebildeten Gewebeelemente ihre scharfen Umrisse bewahren, etwas erhärten und bequeme Isolirung gestatten. Höchst delikate Formelemente des Körpers, wie Retinastäbchen und Riechzellen, konserviren sich in ihr vortrefflich. Auf die Zeitdauer kommt hier verhältnissmässig wenig an, so dass man schon nach ein paar Stunden, aber auch erst nach Tagen untersuchen kann.

Eine weingeistige Oxalsäurelösung wirkt nach den Erfahrungen Schultze's stärker als die wässerige und scheint für manche Zwecke besondere Vortheile darzubieten.

Endlich findet die Oxalsäure eine der Essigsäure ähnliche, wenngleich beschränktere Verwendung bei der Karmintinktion, wovon später die Rede sein wird.

Essigsäure.

Man sollte, wo es sich um genaue Bestimmungen handelt, stets das Essigsäurehydrat, die völlig reine Essigsäure, das Acidum aceticum glaciale, anwenden (da die so beliebte Angabe des spezifischen Gewichtes bei dieser Säure bekanntlich keinen sicheren Schluss auf den Wassergehalt gestattet) und jenes tropfenweise oder in grösserer Menge mit Wasser verbinden.

Die so schnell einwirkende Essigsäure ist eines der ältesten und wohl das am meisten benutzte Reagens der thierischen Gewebelehre. Ihre Eigenschaften, Kerne innerhalb der Zellen sichtbar zu machen oder jene nach Zerstörung von Hülle und Zellenkörper isolirt zur Anschauung zu bringen, ferner dem Bindegewebe eine glasartige Durchsichtigkeit zu geben und dessen sonstige Zumischungen an Zellen, elastischen Fasern, Gefässen, Nerven etc. zu enthüllen, waren es besonders, welche jene allgemeine Verwendung herbeiführten.

Erst in späterer Zeit hat man quantitativ bestimmte Essigsäurelösungen, ebenso Verbindungen derselben mit andern Flüssigkeiten, namentlich Alkohol, zur längeren Einwirkung auf thierische Gewebe verwendet. Schon wenige Tropfen der Säure auf 30 Grms Wasser genügen, um nach einigen Tagen starke Aufhellungen in dem Bindegewebe herbeizuführen, so dass z. B. die in der Submucosa gelegenen Darmganglien, ferner die zwischen den Muskelschichten befindlichen, von Auerbach vor Jahren entdeckten merkwürdigen Gangliennetze, ebenso muskulöse Zellen in der Schleimhaut, an Gefässen etc. deutlich hervortreten. Zur Erkennung glatter Muskeln verwendete Moleschott während einiger Minuten eine 1- oder $1^1/_2$ % Essigsäure. Ein Raumtheil starker Säure von 1,070 spez. Gew. wird mit 99 Wasser, $1^1/_2$ mit $98^1/_2$ versetzt.

In neuerer Zeit hat sich Kölliker einer höchst verdünnten Essigsäure zum Aufhellen des Froschmuskels behufs der Erkennung der Nervenendigungen bedient, und das Reagens leistet Ausgezeichnetes. Er empfiehlt 8, 12—16 Tropfen des Acidum aceticum concentratum der bayrischen Pharmakopöe von 1,045 spez. Gew. auf 100 Kubikcentimeter Wasser. Ich habe 1—2 Tropfen Essigsäurehydrat auf 50 Kcm. alsdann subtituirt. Essigsäure von 0,3—0,2% hat ferner von Andern mannichfache Verwendung erfahren.

Auch zum Aufweichen dünner Schnitte an der Luft getrockneter Theile empfiehlt sich in hochgradiger Verdünnung die Essigsäure, ebenso zum Auswaschen von Karmintinktionen, um das Roth an die Kerne zu binden, wovon weiter unten noch die Rede sein wird.

Eine gewisse Schwierigkeit bietet die Essigsäuremazeration bei Erkennung zarter Strukturverhältnisse insofern dar, dass der Theil im richtigen Zeitpunkt untersucht werden muss, indem vor diesem Moment Quellung und Aufhellung noch allzu gering, später aber die Umänderungen des Gewebes durch die Säure allzubedeutend ausgefallen sind.

Verbindung der Essigsäure mit Glycerin hat Beale empfohlen.

Essig.

Die Benutzung des gewöhnlichen Kochessigs bietet keinerlei Vortheile dar. Nach 6, 8, 12 Stunden ist in ihm Bindegewebe glasartig durchsichtig geworden. Ist das Gewebe zu sehr erweicht, um Schnitte zu gestatten, so führt oftmals ein nachträgliches Einlegen in Chromsäurelösung zum erwünschten Ziele. Auch ein vorheriges Kochen in Essig leistet beim Trocknen thierischer Theile manchmal gute Dienste.

Holzessig.

Man hat vor Jahren den Holzessig (es sollte stets nur gereinigter, als Acidum pyrolignosum rectificatum, zur Verwendung kommen) vielfach zur Aufhellung bindegewebiger Strukturen benutzt, namentlich mit einer gewissen Vorliebe bei den pathologischen Geweben. Er übt einen ähnlichen, doch nicht völlig gleichen Effekt wie verdünnte Essigsäure, indem er neben jenen mazerirenden Wirkungen auch noch erhärtende (durch Zumischungen von Produkten der trocknen Destillation des Holzes) besitzt. Mazerationen sollten stets in verdünntem Holzessig stattfinden, wenn man anders starke Texturveränderungen der aus dem Bindegewebe nun hervortretenden Theile vermeiden will. Ein nach Umständen mit dem gleichen, doppelten bis vierfachen Volumen Wasser verdünnter Holzessig ist ein für manche Strukturverhältnisse gutes Hülfsmittel, z. B. zur Erkennung der sogenannten Hornhautkörperchen und ihres Inhaltes, des Nervenverlaufes im submukösen Bindegewebe etc., überhaupt der im Bindegewebe eingelagerten Theile, wie drüsiger Elemente, Gefässe, pathologische Neubildungen etc. Nach einem oder mehreren Tagen pflegen die gewünschten Effekte einzutreten, freilich auch oftmals bald genug in Folge weiter gehender Mazeration wieder zu verschwinden. Es liegt hierin, abgesehen von dem Geruche, der Beschädigung der Messerklingen, etwas Unbequemes für die Benutzung unseres Reagens. Im Uebrigen pflegen sich Holzessigpräparate beim nachherigen feuchten Einschluss in Glycerin nicht gut zu konserviren. Man hat deshalb nachträglich für die meisten Untersuchungen jener Flüssigkeit den Abschied gegeben. — Zweckmässig ist sie zur Ausziehung der Knochenerde aus verkalktem Knorpel, normalem und pathologischem Knochengewebe.

Ameisensäure

ist statt Essigsäure vorgeschlagen worden (Ranvier).

Weinsäure.

In neuer Zeit nur zur Reduktion von Vergoldungspräparaten empfohlen (s. u).

Osmiumsäure (Ueberosmiumsäure).

Sie ist seit Jahren durch M. Schultze und Andere vielfach zur Verwendung kommen, indem sie von mehreren Geweben und Substanzen sehr leicht reduzirt wird. Sie theilt diese Eigenschaft mit mehreren, ähnlich verwendbaren Salzen edler Metalle, zu welchen wir später kommen werden.

Pikrinsäure.

Theils als Färbungsmittel durch Schwarz und Andere (s. u.), theils zur Erhärtung der Gewebe empfohlen. Nach den Erfahrungen Ranvier's gewährt eine konzentrirte Lösung schon nach 24 Stunden eine treffliche Konsistenz. Es tritt hierbei weder Schrumpfung noch Eiweissgerinnung ein und Kalksalze werden gleichzeitig extrahirt. Ich kann nur beistimmen.

Iod.

Eine Iodlösung (etwa 1 Theil, am besten in Verbindung mit noch 3 Theilen Iodkalium) auf 500 Theile Wasser kann zum Färben thierischer Zellen benutzt werden. Doch besitzen wir bessere, neuere Tinktionsmethoden. Iodlösung dient dann dem Mikroskopiker zum Nachweis des Amylon und in Verbindung mit Schwefelsäure zur Erkennung von Amyloid und Cellulose. Man lässt am besten hierbei eine nicht allzustarke wässerige Iodlösung energisch einwirken und setzt dann einen Tropfen einer konzentrirten Schwefelsäure zu.

Dass das Iod Bestandtheil eines von Schultze aufgefundenen wichtigen Gemisches, des sogenannten Iodserum, bildet, ist schon oben (S. 71) bemerkt worden.

2) Unter den **Alkalien** sind Kali-, Natron- und Ammoniaklösungen vielfach in Gebrauch gezogen worden. Sie sind für die Untersuchung thierischer Theile von ganz unschätzbarem Werthe, namentlich die beiden ersten Stoffe. Als Uebelstand muss dagegen erwähnt werden, dass in Alkalien mazerirte Objekte sich bleibend nicht aufbewahren lassen.

Kaustisches Kali (Kalihydrat).

Man bedient sich der geschmolzenen Form, des Kali causticum in baculis. Da dieses mit grosser Begierde Wasser aus der Luft anzieht, ebenso Kohlensäure, so muss es, wie seine Lauge, in gut verschliessbarem Glase aufbewahrt werden.

Das im Handel vorkommende Kali causticum in baculis enthält im Uebrigen neben Kohlensäure noch eine wechselnde und nicht unbeträchtliche Wassermenge, was einen Uebelstand bei seiner Verwendung bildet.

Die starke Kalilauge erweicht die Substanzen vieler Formelemente und führt sie so in einen für Wasser sehr imbibitionsfähigen Zustand über. Dieses dringt dann nachträglich rasch ein, so dass die Zelle sich aufbläht, platzt etc.

Man hat von der auflösenden zerstörenden Eigenschaft der Kalilösungen in der Gewebeuntersuchung vielfach Gebrauch gemacht. Die Wirkungsweise der Kalilaugen fällt aber nach ihrer Stärke ganz different aus, ein Gegenstand, auf welchen vor längeren Jahren zuerst Donders aufmerksam gemacht hat. Eine gesättigte oder überhaupt sehr starke Lauge erweicht viele Formelemente, ohne sie aufzulösen oder überhaupt stärker anzugreifen (während diesen Effekt verdünnte Lösungen mehr oder weniger rasch herbeiführen), löst aber häufig die jene verbindende Zwischensubstanz, den Gewebekitt, und ist so zu einem höchst wichtigen, in vielen Fällen unschätzbaren Hülfsmittel geworden. Namentlich hat in späterer Zeit Moleschott das Verdienst sich erworben, in Kalilaugen von 30 bis 35 % treffliche Reagentien empfohlen zu haben. Er verwendet, um eine Kalilauge von 32,5 % herzustellen, 32,5 Gewichtstheile Kali causticum in baculis, die in 67,5 Gewichtstheilen destillirten Wassers gelöst werden. Eine Einwirkung von $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde und mehr ist zur Isolirung von Muskel- und Nervenelementen, Drüsenkanälen, ja für gewöhnliche Flimmerzellen und Riechzellen ein vorzügliches Hülfsmittel. Schultze, welcher neben andern Histologen von der Kalilauge ebenfalls Gebrauch machte, benutzte für die letztgenannte zarte Zellenformation Laugen von 28, 30, 32, 35 und 40 % Stärke. Für andere Zwecke sind schwächere Laugen von 5—10 % erforderlich, wie sich bei den einzelnen Geweben ergeben wird. Natürlich muss bei der histologischen Untersuchung die Lauge als Zusatzflüssigkeit

verwendet und die Benutzung des Wassers vermieden werden, indem sonst die rasch auflösende Wirkung verdünnter Laugen entsteht.

Kaustisches Natron (Natronhydrat).

Man verwendet die weisse, geschmolzene Masse zur Herstellung der Laugen. Natronlaugen hat man versuchsweise ebenfalls benutzt. Sie bieten konzentrirt keinen Vorzug vor der Kalilösung dar. Es sind hier im Allgemeinen schwächere Lösungen erforderlich, etwa $^2/_3$ der Kalimenge (in Uebereinstimmung mit dem Atomgewicht).

Ammoniakflüssigkeit.

Die Wirkung des Ammoniak auf thierische Gewebe ist eine ähnliche wie diejenige von Kali und Natron. Zweckmässig kommt Ammoniak zur Verwendung, wenn es sich um Neutralisation einer vorher auf das Gewebe applizirten Säure handelt; ebenso als Lösungsmittel des Karmin.

Kalkwasser.

Vor einiger Zeit hat man durch Rollett in dem bis dahin wenig beachteten Kalkwasser ein wichtiges Hülfsmittel bei der Untersuchung bindegewebiger Texturen, zunächst der Sehnen, kennen gelernt. Nach 6—8tägigem Verweilen in jenem zerfällt ein Stückchen Bindegewebe bei Anwendung der Präparirnadel in seine Fibrillen. Es ist also wiederum eine der thierischen Kittsubstanzen, welche von ihm gelöst wird.

Barytwasser.

Schon nach 4—6 Stunden erzielt man mittelst des viel energischer wirkenden Barytwassers am Bindegewebe denselben Erfolg, wie ihn Kalkwasser erst nach Tagen gewährt. Dabei ist das Aufquellen ein etwas stärkeres und die Aufhellung bedeutender. Vor der Verwendung hat man in beiden Fällen das Gewebe mit destillirtem Wasser oder noch besser einem solchen, dem ein Minimum Essigsäure (gerade genug, um zu neutralisiren) zugesetzt worden ist, auszuwaschen.

3) Salze.

Chlornatrium.

Schwache Kochsalzlösungen sind früher mannichfach als indifferente Zusatzflüssigkeiten in Betracht gekommen. Nach den Beobachtungen Graham's sollte ihnen stets eine Kolloidsubstanz (Eiweiss oder arabisches Gummi) zugesetzt werden. Eine besondere Verwendung findet das Chlornatrium noch bei der Gewebeimprägnation mittelst salpetersauren Silberoxyds, wovon später die Rede sein wird; ebenso ist es Bestandtheil verschiedener Konservirungsflüssigkeiten.

Chlorcalcium.

In Lösungen von mittlerer Stärke (1 Theil trocknes Chlorcalcium auf 2—3 Theile Wasser) ist das Chlorcalcium, seiner bekannten Eigenschaft wegen, Wasser anzuziehen, als Zusatzflüssigkeit mikroskopischer Präparate empfohlen worden. Man hat es dann zum Aufhellen von Schnitten des Rückenmarks etc. empfohlen, wo es nicht viel leistet. Eigenthümlich wirkt es auf die Muskeln ein.

Essigsaures Kali

in nahezu konzentrirter wässeriger Lösung ist in neuerer Zeit als ein treffliches Konservationsmittel von M. Schultze gerühmt worden.

Chlorsaures Kali.

Es kommt nur in Verbindung mit Salpetersäure (s. diese), als Schultz'sches

Reagens zur Verwendung. Man hat in der thierischen Gewebelehre von sehr verschiedenen Konzentrationsgraden dieses Gemisches Gebrauch gemacht und natürlich in sehr ungleichen Zeiträumen die gewünschte Wirkung erhalten.

Phosphorsaures Natron.

Lösungen des phosphorsauren Natron von 5—10 % sind früher mehrfach von den Mikroskopikern in den Gebrauch gezogen worden. Nach meinen bisherigen Erfahrungen bieten sie keine Vortheile dar.

Doppelt chromsaures Kali (rothes chromsaures Kali).

Man verwende möglichst reine, krystallisirte Substanz.

Die Wirkung dieses Salzes, welches man sehr passend mit Glycerin verbinden kann, ist eine ähnliche, aber schwächere und langsamer eintretende als die der Chromsäure. Für manche Erhärtungen leistet es ausgezeichnete und wahrscheinlich bessere Dienste, als die freie, verunreinigte Säure, wie es denn auch auf Eiweiss viel weniger koagulirend einwirkt, als diese. Die Lösungen des Salzes haben ausserdem noch den Vortheil, nicht leicht Schimmel zu entwickeln, was bei Chromsäuresolutionen ein grosser Uebelstand ist. Auch ein Erhärten, anfänglich durch unser Salz, dann durch die freie Säure ist empfohlen worden (Deiters).

Wo man mit einem Theile Chromsäure ausreicht, sind mehrere Theile des chromsauren Kali erforderlich. So bedürfen Flüssigkeiten, welche 7—15 Millegrms freier Chromsäure auf 30 Grms enthalten, 6—25 Centigrms des Salzes, wenn die gleiche Wirkung erzielt werden soll. Indessen kommt für solche delikate Untersuchungen auf die genaue Konzentration der Lösungen des chromsauren Kali viel weniger an, als bei der Chromsäure.

Eine Mischung des uns beschäftigenden Salzes mit schwefelsaurem Natron ist von H. Müller zur Erhärtung der Retina empfohlen worden. Sie bedarf einer wenigstens zweiwöchentlichen Einwirkung.

Doppelt chromsaures Kali	2—2½	Grms.
Schwefelsaures Natron .	1	–
Destillirtes Wasser . . .	100	–

Dieses Gemisch, die »Müller'sche Augenflüssigkeit« leistet übrigens auch für viele anderen Theile, Schleimhäute, Drüsen, selbst Flimmerzellen sehr gute Dienste und konservirt zarte Embryonen vortrefflich. Es lässt sich natürlich leicht nach Bedürfniss abändern.

Einfach chromsaures Kali.

In neuer Zeit durch Robin bekannt geworden. Man bedarf stärkerer Gaben.

Doppelt chromsaures Ammoniak.

Es ist an der Stelle des doppelt chromsauren Kali in Lösungen von 1—2 % zur Erhärtung der Zentralorgane des Nervensystems durch Gerlach empfohlen worden.

Molybdänsaures Ammoniak.

Es wurde als indifferentes Färbungsmittel in neuerer Zeit von Krause gerühmt.

Eisenchlorid.

Führer und Billroth wendeten früher zur Erhärtung der Milz dieses Eisensalz an. In einer Lösung von der Farbe des Madeira- oder Malagaweines erhärtet es schon nach 1—2 Stunden genügend. Gegenwärtig ist das Eisenchlorid von bessern Erhärtungsmitteln verdrängt worden.

Quecksilberchlorid.

Die chemischen Wirkungen des Sublimat sind bekannt. Ein mehrtägiges Einlegen in eine Lösung desselben kann mit Vortheil zur Erhärtung und Isolirung des Axenzylinders benutzt werden. Das Reagens hat im Uebrigen wenig Verwendung gefunden, bildet dagegen einen Bestandtheil mehrerer sehr brauchbarer Konservirungsflüssigkeiten.

Salpetersaures Silberoxyd.

Es ist seit Jahren zu eigenthümlichen Tinktionen der Gewebe, zuerst durch His und Recklinghausen zur Verwendung gekommen (s. unten).

Goldchlorid.

Dasselbe wurde von Cohnheim, Kölliker, Gerlach und vielen Anderen vortheilhaft zu einem ähnlichen Zwecke benutzt.

Goldchloridkalium

hat durch Gerlach Verwendung gefunden.

Palladiumchlorür.

Ist zuerst durch F. E. Schulze in Gebrauch gekommen.

Platinchlorid.

Erhärtet mit diffus gelber Farbe namentlich flächenhafte Organe, wie Merkel berichtet. Chromsäure- und Platinchloridsolutionen (je 1 : 400) zu gleichen Theilen sollen sich für das bindegewebige Gerüst der Retina empfehlen.

4) Alkohol.

Von unschätzbarem Werthe für histologische Untersuchungen ist die allgemeinste der Konservirungsflüssigkeiten thierischer Theile, der Alkohol. Namentlich seit jenen Jahren, als man in dem Glycerin das unvergleichliche Aufhellungsmittel erhärteter und hierdurch getrübter thierischer Gewebe kennen gelernt, ist die Benutzung des Weingeistes mehr in den Vordergrund getreten, indem nur für einzelne Zwecke der Chromsäure ein reeller Vorzug gebührt. Man legt entweder kleine Stücke des ganz frischen Organes in relativ ansehnliche Mengen des wasserfreien Alkohol ein (was wir am meisten empfehlen möchten), oder man verwendet mehrere Sorten Alkohol, bedient sich zur ersten Einlage eines schwächeren, ersetzt diesen nach ein paar Tagen durch einen stärkeren und vielleicht später durch einen noch wasserärmeren. Um drüsige Organe, den Verdauungskanal, Injektionspräparate zu erhärten, sie schnittfähig und auspinselbar zu machen, kenne ich kein besseres Reagens. Ganze Untersuchungsreihen der letzten Zeit sind auf diesem Wege fast ausschliesslich an Weingeistpräparaten gemacht worden. Der Umstand, dass in gut schliessenden Gefässen die Objekte nicht verderben, ist gegenüber der so leicht Schimmelbildungen entwickelnden Chromsäure ein gewaltiger Vortheil. Letztere verdient dagegen für die Erkennung mancher feinster Texturverhältnisse, ebenso für die Zentralorgane des Nervensystems und die Sinneswerkzeuge vor dem Weingeist den Vorzug.

Noch in andern Weisen ist der Alkohol vielfach verwendbar. Zunächst für mikroskopische Objekte, welche ihres Wassers mit möglichster Schonung der Textur beraubt werden sollen, zum Behufe späteren Einschlusses in Kanadabalsam oder andere harzige Massen. Hier legt man die dünnen Schnitte 1—2 Tage lang in absoluten Alkohol. Aus diesem kommen sie darauf nach Bedürfniss in Terpentinöl oder unmittelbar in das alkoholisch-resinöse Einschlussmittel.

Ferner bildet, wovon obenfalls weiter unten die Rede sein wird, der Alkohol einen Bestandtheil der Beale'schen kaltflüssigen Injektionsmassen.

Endlich ist Alkohol auch ein Bestandtheil verschiedener seit Jahren empfohlener zusammengesetzter Flüssigkeiten, deren Erörterung wir folgen lassen:

L. Clarke und Beale's Gemische.

Sie dienen, um zarte Theile zugleich härter und klar zu machen. Der Grundgedanke besteht darin, zweierlei Substanzen zu verwenden, deren eine die eiweissartigen Gewebebestandtheile erhärtet, während die andere aufhellend einwirkt. Beale, welcher sich mehrfach mit den Wirkungen dieser Lösungen beschäftigt hat, bemerkt, dass man nach Bedürfniss hier variiren müsse, sowie dass durch den Zusatz von Glycerin dem Gemisch ein erhöhtes Brechungsvermögen nach Umständen gegeben werden könne. Er empfiehlt im Allgemeinen Alkohol, Glycerin, Essigsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, Kali und Natron. Die beiden letzten Säuren, ebenso Alkohol bringen Eiweissstoffe zum Gerinnen, Essigsäure, Kali oder Natron hellen sie auf, der Alkohol löst Fette. Verbindet man nun einige dieser Stoffe in einer Lösung, so erzielt man die oben erwähnten Effekte.

a) Alkohol und Essigsäure.

So benutzte L. Clarke bei seinen Untersuchungen ein Gemisch von Essigsäure und Alkohol, welches, wie ich mich ebenfalls überzeugt habe, schon nach einigen Stunden Rückenmarksschnitte wunderbar klar macht und Manches besser erkennen lässt, als andere der hier gebräuchlichen Methoden. Auch Lenhossek scheint sich bei seinen Rückenmarksarbeiten dieses Verfahrens bedient zu haben.

Die Clarke'sche Vorschrift, natürlich nach Bedürfniss abzuändern, ist 3 Theile Alkohol mit 1 Theil Essigsäure zu verbinden.

b) Moleschott's Essigsäure- und Alkoholgemisch.

Moleschott empfiehlt folgende Modifikation der Clarke'schen Methode:

1 Volumtheil starker Essigsäure von 1,070 spez. Gew.
1 – Alkohol von 0,815 spez. Gew.
4 – destillirten Wassers.

Er nennt dieses seine starke Essigsäuremischung. Die Flüssigkeit leistet bei der Erhärtung mancher Organe gute Dienste, hellt die bindegewebigen Theile auf und zeigt die von Eiweissstoffen gebildeten deutlich hervortretend. Subtile Texturen vertragen sie in der Regel weniger gut. Eine andere sogenannte schwache Essigsäuremischung ist dann später empfohlen worden, bestehend aus

1 Volumtheil derselben Essigsäure
25 – Alkohol
50 – destillirten Wassers.

c) Alkohol, Essigsäure und Salpetersäure.

Beale empfiehlt zu der Alkohol-Essigsäuremischung, wenn es sich um Untersuchung der Epithelien handle, noch etwas Salpetersäure zuzusetzen. Auch hier ist nach Bedürfniss zu variiren. Eine von dem Verfasser selbst gegebene Vorschrift lautet:

Wasser . . .	30	Grms.
Glycerin . . .	30	–
Alkohol . . .	60	–
Essigsäure .	7,5	–
Salpetersäure	2	–

d) Alkohol und Natron.

Bei manchen Untersuchungen erhielt Beale ausgezeichnete Ergebnisse durch

ein Gemisch von Alkohol und Natron, indem die Unze Weingeist mit 8—10 Tropfen einer Solution des kaustischen Natron versetzt wurde. Manche Gewebe gewinnen in demselben allmählich eine bedeutende Härte und Durchsichtigkeit und so eignet sich dieses Reagens seinen Erfahrungen nach ganz besonders zur Ermittelung der Beschaffenheit von kalkigen Niederschlägen bei pathologischen Prozessen, ebenso bei der fötalen Verknöcherung. Hier werden alle die verschiedenen zarten Gewebe vollkommen durchsichtig, ohne dass in der Verkalkung selbst das Mindeste sich veränderte. So kann man dann mit grosser Leichtigkeit die kleinsten Ossifikationspunkte bemerken. Ein Embryo z. B., der ein paar Tage in einem derartigen Gemisch gelegen hat und dann in schwachem Weingeist aufbewahrt wird, giebt ein wunderschönes Bild. Aber auch zur Erforschung feinkörniger Organbestandtheile ist dieses Gemisch sehr gut. Beale bediente sich desselben bei der Untersuchung der Leber mit grossem Nutzen.

Methylalkohol.

In England, wo die hohe Branntweinsteuer die Verwendung des gewöhnlichen (Aethyl-) Alkohol erschwert, gebraucht man vielfach als Surrogat den Methylalkohol (Pyro-acetic spirit), eine Benutzung, welche für den Kontinent wegfällt. Besondere Verwendung hat der Methylalkohol als Zusatz zu den kaltflüssigen Beale'schen Injektionsmassen (s. unten) gefunden.

Es werden nämlich die mittelst absoluten Alkohol entwässerten Schnitte für kurze Zeit in reinen, starken Methylalkohol gebracht, dann aus diesem herausgenommen und, eben im ersten Abtrocknen begriffen, in Terpentinöl geworfen. Letzteres durchdringt die aus dem Methylalkohol entnommenen Schnitte, wie eigene Erfahrung lehrte, etwas leichter, als diejenigen, welche direkt aus dem absoluten Alkohol in jenes Oel gebracht worden sind. Doch kann der Methylalkohol hier sehr leicht entbehrt werden.

Chloroform.

Dasselbe ist für histologische Untersuchungen bisher wenig benutzt worden, bildet aber das beste Lösungs- und Verdünnungsmittel des für die mikroskopische Technik so wichtigen Kanadabalsam oder verwandter Substanzen, wie Mastix.

Aether.

Er dient zum Auflösen des Fettes bei mikroskopischen Arbeiten. Ebenfalls löst er Kanadabalsam.

Kollodium.

Das Kollodium ist bisher nur für die Nachweisung des Axenzylinders der Nervenfaser benutzt worden. Nach den Angaben Pflüger's und eigenen Beobachtungen wirkt es augenblicklich.

Terpentinöl.

Es dient zunächst dem Chloroform gleich als Verdünnungsmittel für Kanadabalsam, sowie zur Lösung des Damarharzes und verwandter Körper. Dann bildet es das wichtigste Aufhellungsmittel für trockne oder durch absoluten Alkohol vorher entwässerte Schnitte, worauf wir weiter unten ausführlicher zurückkommen werden.

Nelkenöl.

Als Aufhellungsmittel an der Stelle des Terpentinöls zuerst von Rindfleisch bekannt gemacht, ist es auch von anderen Seiten lebhaft empfohlen worden. Es hellt ähnlich dem sogleich zu erwähnenden Kreosot auch wasserhaltige Präparate (aber langsamer) auf. Ihm verwandt verhalten sich eine Reihe anderer ätherischer

Oele wie Zimmet-, Anis-, Bergamott- und Rosmarinöl, während andere, dem Terpentin gleich, nur entwässerte Objekte aufhellen; so Pomeranzen-, Wachholder-, Krausemünz-, Zitronen- und Kajeputöl (Stieda).

Kreosot.

Das Kreosot bildet einmal einen Bestandtheil konservirender Einschlussflüssigkeiten (Harting).

Nach dem Vorgange Kutschin's wurde dasselbe in neuerer Zeit durch Stieda als ein sehr schnell wirkendes Aufhellungsmittel mikroskopischer Schnitte empfohlen. Von grosser Wichtigkeit ist die Eigenschaft des Kreosot, auch wasserhaltige Präparate rasch durchsichtig zu machen, so dass in gewöhnlichem Weingeist, ja selbst in Chromsäure gelegene Objekte nach wenigen Minuten brauchbar sind. Handelt es sich aber darum, ein Präparat für den Einschluss in harzige Substanzen herzurichten, so verdient unserer Erfahrung nach gutes Terpentinöl ganz entschieden den Vorzug.

Benzin.

Man hat dasselbe zur Lösung und Verdünnung des Kanadabalsam an der Stelle von Chloroform und Terpentinöl vorgeschlagen (Bastian). Als treffliches Aufhellungsmittel des Fettgewebes nach vorhergegangenem minutenlangem Einwirken von Alkohol rühmte uns in neuerer Zeit reines Benzin Toldt.

Karbolsäure

ist ebenfalls kürzlich als Beigabe zu feuchtem Einschluss empfohlen worden. Sie dürfte eine Zukunft in der Histologie haben.

Wir haben uns in dem oben Besprochenen an die bis zur Stunde bei den Mikroskopikern üblichen Bestimmungsmethoden ihrer Reagentien halten müssen. Ein bei weitem sichreres und viel bequemeres Verfahren, die Stärke einer Lösung zu ermitteln und solche von bestimmtem Gehalte darzustellen, bietet die Titrirmethode dar.

Um den Gehalt solcher Flüssigkeiten an Säuren und Alkalien zu ermitteln, ist aber Folgendes nothwendig:

Der zur Untersuchung ganz unentbehrliche Apparat (Fig. 79), bestehend: *a*) aus zwei Mohr'schen Büretten (1) von circa 60 Kcm. Inhalt in $^1/_5$ des Kcm. getheilt; *b*) aus einer Pipette (2), welche 10—15 Kcm. auslaufen lässt und in $^1/_{10}$ des Kcm. getheilt ist, und endlich *c*) aus einem Maasszylinder (3) von 100 oder einigen 100 Kcm. Inhalt. Der letztere ist von 5—5 oder 10—10 Kcm. getheilt und muss die angegebene Flüssigkeitsmenge fassen und nicht ausströmen lassen, während Bürette und Pipette so getheilt sind, dass sie nur die Anzahl von Kcm. angeben, welche sie ausfliessen oder auströpfeln lassen. (Solche Büretten, Pipetten und Maasszylinder sind gegenwärtig überall im Handel zu haben.)

Der Gebrauch der Pipette ergiebt sich von selbst. Was die Büretten angeht, so füllt man sie bis zu dem oben befindlichen Nullpunkte der Theilung mit dem Reagens (der Probesäure oder dem Probealkali) und lässt durch gelindes Andrücken des sogenannten Quetschhahnes die Flüssigkeit, je nach Bedürfniss, entweder in einem Strome oder einzelnen Tropfen ausfliessen.

Die Darstellung der Probeflüssigkeiten betreffend, so benützt man dazu, soweit es sich um Bestimmung der gewöhnlichen Reagentien (Säuren und Alkalien) handelt, die Normalsäuren- und Normalalkalilösungen. Man versteht darunter aber Lösungen, welche ein Aequivalentgewicht der wirksamen Substanz des Reagens, in Grms ausgedrückt, in 1000 Kcm. (1 Litre) Flüssigkeit aufgelöst enthalten.

1) Normaloxalsäurelösung. Zu ihrer Darstellung werden 6,4 Grms reine, krystallisirte, nicht verwitterte Oxalsäure in Wasser aufgelöst und diese Lösung auf 100 Kcm. Flüssigkeit verdünnt. (Das Volumen wird stets bei derjenigen Temperatur gemessen, bei welcher die Lösungen gebraucht werden, also bei 14 bis 16° R.). Man benützt diese Normaloxalsäurelösung eigentlich nur mittelbar, d. h. um andere Normalsäure- und Normalalkalilösungen anzufertigen. Es muss deshalb die grösste Genauigkeit und Sorgfalt auf die Darstellung dieser ersten und wichtigsten Lösung verwendet werden.

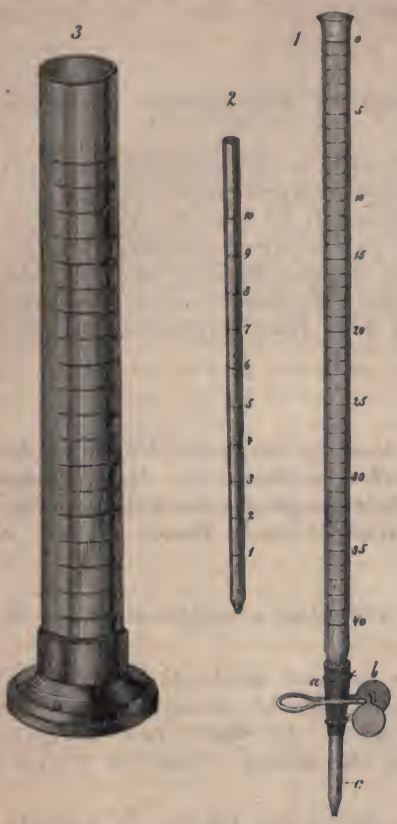


Fig. 79. Titrirapparate. 1 Eine Mohr'sche Bürette, mit dem Quetschhahn bei *a*, der durch Zusammendrücken der beiden Metallknöpfe bei *b* geöffnet wird und die Flüssigkeit aus der Röhre *c* austreten lässt; 2 eine Pipette; 3 ein Maasszylinder.

Ein Kcm. dieser Oxalsäurelösung enthält, wie wir schon wissen, 0,064 Grm. Oxalsäure. Zur Sättigung sind natürlich die entsprechenden Aequivalentmengen von Basen erforderlich, also von

a) Natron 0,031 Grm. NaO
b) Kali 0,0472 - KO
c) Ammoniak 0,017 - NH^3
d) Kalk 0,028 - CaO
e) Baryt 0,0765 - BaO.

2) Normalkalilösung. Man nimmt eine frisch bereitete kohlensäurefreie Kalilauge und pipettirt davon 5 Kcm., färbt mit einigen Tropfen Lakmustinktur schwach blau und lässt so lange unter Umrühren aus der Bürette Normaloxalsäure zufliessen, bis die Farbe eben in Roth umschlägt. Gesetzt, wir hätten dazu 8 Kcm. Normalsäure gebraucht, so setzen wir unserer Kalilauge auf je 5 Kcm. noch 3 Kcm. Wasser zu. In diesem Falle haben wir eine Normalkalilösung; ein Kcm. derselben wird gerade ausreichen, um 1 Kcm. Oxalsäure zu sättigen; er enthält somit die oben angegebene Menge von Kali, also 0,0472 Grms.

Es ist klar, dass sich mit Hülfe dieser Kalilösung nun wiederum der Gehalt jeder beliebigen Flüssigkeit an Säure bestimmen lässt. Durch Neutralisation von 1 Kcm. unserer Normalkalilösung wird angezeigt das Vorhandensein von

a) Schwefelsäure = 0,04 Grm. SO^3
b) Salpetersäure = 0,054 - NO^5
c) Salzsäure = 0,0365 - HCl
d) Essigsäure = 0,06 - $C_4H_4O_4$.

Wir beschränken uns auf die Anführung dieser für die Untersuchung wichtigsten Säuren.

3) Da eine wirklich reine Oxalsäure zu den kostspieligeren Reagentien gehört, so ist es unnütz, uns bei der Alkalibestimmung eben dieser Säure zu bedienen. Gewöhnlich gebraucht man Schwefelsäure. Nichts ist leichter, als sich diese Normalschwefelsäure zu bereiten. Man nimmt eine beliebig verdünnte Schwefelsäure, füllt diese in eine Bürette und lässt davon so lange in 5 Kcm. Normalkalilösung einfliessen, bis die in einigen Tropfen zugesetzte Lakmustinktur in die rothe Farbe umschlägt. Dann giebt man dem entsprechend, wie oben beim Kali

angeführt worden ist, eine solche Verdünnung, dass sich gerade gleiche Kcm. der Säure- und der Alkalilösungen neutralisiren. Es enthält demnach 1 Kcm. dieser Normalschwefelsäure 0,04 Grm. SO^3, und zur Neutralisation derselben sind genau die Mengen der Basen erforderlich, welche früher bei der Oxalsäure angegeben worden sind.

Wir reihen endlich noch zwei Probeflüssigkeiten an, und zwar: 1) die zur Kochsalzbestimmung dienende Normalsilberlösung. 1 Kcm. der $^1/_{10}$ Normallösung enthält 0,0108 Ag oder 0,0170 $AgONO^5$. Er entspricht 0,00585 NaCl. 2) Die bei der Bestimmung des salpetersauren Silberoxyd zur Verwendung kommende Normalkochsalzlösung. 1 Kcm. der $^1/_{10}$ Normallösung enthält 0,00585 NaCl und entspricht also 0,0170 $AgONO^5$. In beiden Fällen entsteht eine Fällung von Chlorsilber, welches durch starkes Schütteln klumpig sich zusammenballt, und die Operation ist beendigt, wenn ein Tropfen der Probeflüssigkeit eine weitere Fällung nicht mehr herbeiführt. Zur sicheren Erkennung kann man bei der ersteren jener beiden Bestimmungen einige Tropfen einfach chromsaures Kali der Kochsalzlösung zusetzen, wo dann die vollendete Fällung des Chlorsilbers durch die röthliche Farbe des sich bildenden chromsauren Silberoxyds angezeigt wird.

Ein paar Beispiele mögen den Gebrauch klar machen.

1) Wir haben 10 Kcm. einer Natronlösung, welche zu ihrer Neutralisation 22,2 Kcm. Normalschwefelsäure verlangt hatte. Nun entspricht 1 Kcm. der Normalschwefelsäure aber 0,031 Grm. NaO. Durch Multiplikation mit 22,2 wird der Natrongehalt der titrirten Flüssigkeit zu 0,6882 in 10 Kcm. gefunden, mithin zu 6,882% (das spez. Gew. nicht berücksichtigt).

2) Eine Ammoniaklösung erfordert für 10 Kcm. 12,6 Kcm. Normalschwefelsäure. Ein Kcm. Normalschwefelsäure entspricht 0,017 NH^3. Der Ammoniakgehalt beträgt somit 2,142 %.

3) 5 Kcm. Essigsäurelösung erfordern 41,7 Kcm der Normalkalilösung, 10 also die doppelte Menge 83,4. Dem Kcm. Normalkalilösung aber entspricht 0,06 Essigsäure. Der Essigsäuregehalt der titrirten Flüssigkeit ergiebt sich somit zu 50,04%.

4) 10 Kcm. einer Kochsalzlösung erfordern beispielsweise 12 Kcm. der $^1/_{10}$ Normalsilberlösung. Da nun 1 Kcm. der $^1/_{10}$ Normalsilberlösung 0,00585 NaCl entspricht, so führt die Kochsalzlösung einen Gehalt an NaCl von 0,702%.

5) 10 Kcm. einer Lösung des salpetersauren Silberoxyd verlangen 15,5 Kcm. der $^1/_{10}$ Normalkochsalzlösung. Es entspricht aber 1 Kcm. $^1/_{10}$ Kochsalzlösung 0,017 AgO NO^5, und die Silberlösung ist 2,635% AgO NO^5 enthaltend.

6) Angenommen, wir wollten aus der bei No. 3 erwähnten verdünnten Essigsäure eine 40% Essigsäurelösung uns nun darstellen, so lehrt die Proportion 40 : 100 = 50,04 : x, dass wir 100 Kcm. jener durch Titrirung bestimmten Essigsäurelösung auf 125,1 Kcm. zu verdünnen haben.

7) Setzen wir den Fall, wir wollten eine Natronlösung von 20% bereiten und eine von uns titrirte derartige Lösung hätte 37,5% NaO gezeigt, so lehrt die Rechnung, dass 100 Kcm. der letzteren Lösung auf 187,5 Kcm. zu verdünnen sind.

8) Wir wünschen eine 1% Lösung des salpetersauren Silberoxyd darzustellen. Hierzu dient uns die 2,635% Höllenstein führende Lösung No. 5. Sie erfordert eine Verdünnung mit Wasser auf 263,5 Kcm.

Achter Abschnitt.

Die Tinktionsmethoden, die Metallimprägnationen, das Trocknungs- und Gefrierungsverfahren.

I. Tinktionsmethoden.

Zarte thierische Theile gewinnen, mit indifferenten Farbestoffen imprägnirt, oft eine ausserordentliche Verständlichkeit; ebenso werden verwickelte Strukturen häufig wesentlich aufgeklärt. Die Nichtannahme der Farbe durch andere Gewebeelemente ist dann zu gewissen Unterscheidungen von hohem Werthe. Es bilden jene Färbungen darum ein sehr bedeutendes Hülfsmittel histologischer Untersuchungen, und die Wissenschaft ist Professor Gerlach, welcher die Karminfärbung in die thierische Histologie einführte, zum grossen Danke verbunden.

1. Gerlach'sche Karmintinktion.

In einer kleinen Schrift, die im Jahre 1858 erschien (Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen), theilte uns der genannte Forscher zuerst dieses Verfahren mit. Bei seinen Karmininjektionen hatte er schon früher bemerkt, wie die Kerngebilde der Blutgefässe das karminsaure Ammoniak sehr begierig aufnehmen und sich in dieser Hinsicht anders verhalten als Zellen und Interzellularsubstanz. Die Zellen nehmen zwar auch Farbestoff auf, aber viel langsamer und schwieriger und stets in geringerer Quantität als die Nuklearformationen. Interzellularsubstanzen verhalten sich nahezu indifferent.

Die ersten Versuche stellte Gerlach am Gehirn und Rückenmark an. Feine Schnitte der vorher in chromsaurem Kali erhärteten Organe wurden in eine ziemlich konzentrirte Lösung des karminsauren Ammoniak gebracht und darin 10 bis 15 Minuten gelassen. Darnach wässerte er sie mehrere Stunden in öfter erneuertem Wasser aus, behandelte sie dann mit Essigsäure, und hierauf zur Entfernung des Wassers mit absolutem Alkohol. Noch in höchster Verdünnung färbt die Karminlösung. Schon anfänglich sah dieses Gerlach, als er während einer Nacht einen Schnitt einer Kleinhirnwindung in mit etwas Karmin verunreinigtem Wasser hatte liegen lassen. Hier zeigten sich nun Dinge, die nach der ersteren Karmintinktion nicht zu erkennen waren. Gerlach benutzte darauf hin 2—3 Tropfen einer konzentrirten Lösung des karminsauren Ammoniak auf 1 Unze Wasser und liess seine Schnitte 2—4 Tage lang darin liegen. So lauten die ersten Angaben des Entdeckers.

Seit dieser Zeit ist dann die Karminfärbung auf das Vielfältigste in Anwendung gezogen worden. Ging doch vor Jahren ein Beobachter so weit, nach der grösseren oder geringeren Imbibitionsfähigkeit mehrere Arten funktionell verschiedener Nervenzellen in den Zentralorganen anzunehmen. Die über sie gegebenen Vorschriften sind bald mehr, bald weniger glücklich gewesen*).

Nach demjenigen, was eigene Erfahrungen gelehrt haben, sind bei Karmintinktionen besonders zwei Uebelstände zu vermeiden; einmal eine übermässige Färbung, die schliesslich zu einer ganz tiefen und diffusen Röthe führt, welche keine weitere Erkenntniss des Präparates gestattet, und dann ein Aufquellen der Gewebeelemente in Folge der Ammoniakwirkung.

*) Da die Karminsäure als Glykosid beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in reinen Zucker und Karminroth gespalten wird, hat sich in neuester Zeit Rollett dieses letzteren Stoffes in wässeriger Lösung als Tinktionsmittels bedient.

Man bediene sich daher zunächst möglichst ammoniakarmer bis neutraler Lösungen. Zu diesem Zwecke nehme man 2—4 Decigrms Karmin, verbinde sie etwa mit 30 Grms destillirten Wassers und einigen wenigen Tropfen Ammoniak. Ein Theil des Karmin löst sich und wird mit der Flüssigkeit abfiltrirt. Ein anderer Rest ungelösten Karmin, der auf dem Filter zurückbleibt, kann zu späterer Benutzung verwendet werden. Riecht ein Filtrat irgendwie merklich nach Ammoniak, so lasse man es zum weiteren Entweichen des letzteren noch einen halben oder ganzen Tag offen unter einer Glasglocke stehen. Setzt sich nach einiger Zeit körniger Karmin ab, so dient ein Tropfen Ammoniakflüssigkeit zur Wiederauflösung. Indessen alle Karmintinkturen sind sehr zersetzlich, und ihre färbende Kraft fällt leider ungleich aus, ein Misstand, welcher sich nicht vollkommen beseitigen lässt.

Die so gewonnene Masse wird nun tropfenweise bei einer beabsichtigten Färbung in Wasser eingetragen, um so nach Belieben ein bald lichteres, bald intensiveres Roth zu gewinnen. Bei sehr zarten Objekten ist eine Verbindung des färbenden Wassers mit gleichen Theilen Glycerin von Vortheil.

Ich empfehle hier: Karmin 2—4 Decigrms mit der gerade erforderlichen Menge Ammoniak gelöst und 30 Grms destillirtem Wasser versetzt. Der filtrirten Flüssigkeit werden 30 Grms gutes Glycerin und 8—11 Grms starken Weingeists zugefügt. Man benutzt die Tinktur entweder unvermischt oder mit weiterem Glycerinzusatz.

Nach der stärkeren oder schwächeren Farbeintensität verweilt ein Gewebestückchen kürzere oder längere Zeit in der Flüssigkeit. Mit tiefen Tinkturen ist meistens schon nach wenigen Minuten hinreichend gefärbt, bei schwächeren bedarf es eines mehrstündigen Verweilens. Ganz schwache können ohne Nachtheil das Präparat 24 Stunden aufnehmen.

Herausgenommen spült man das gefärbte Stückchen zunächst mit reinem Wasser ab. Dann wird jenes für einige Minuten einer Essigsäurelösung ausgesetzt. Ich verwende in der Regel 30 Grms destillirten Wassers mit 2—3 Tropfen Eisessig; doch kann man auch eine viel stärkere Säure ohne Nachtheil weit längere Zeit hindurch einwirken lassen. Wo man weitere Wasserdurchtränkung des Gewebes vermeiden will, kann man leicht das Verfahren modifiziren. Man kann das gefärbte Objekt durch absoluten Alkohol entwässern und es dann dem Eisessig für 1—24 Stunden aussetzen (Thiersch) oder einen angesäuerten Alkohol unmittelbar verwenden. Auch ein mit Eisessig versetztes Glycerin (5 Tropfen auf 30 Grms) führt, wie Beale richtig bemerkt, zum Ziele. — Nur bei Geweben von sehr ungleichem Quellungsvermögen verdient die Oxalsäure in gesättigter wässriger Lösung vor der Essigsäure den Vorzug (Thiersch). Allerdings zieht sie zuletzt auch das Roth aus den Kernen aus und das Kolorit ist weniger intensiv. Frische oder in Alkohol gehärtete Gewebe färben sich am besten; weniger gut und etwas langsamer Stückchen, die in Chromsäure oder doppelt chromsaurem Kali erhärtet worden sind. Einzelne derselben können sogar der Tinktion einen verzweifelten Widerstand entgegensetzen. Gute Karminpräparate zeigen uns die Kerne intensiv geröthet, ebenso die Axenzylinder der Nervenfasern. Weniger lebhaft pflegt die Färbung des Protoplasma zu sein; die bindegewebige Zwischensubstanz erscheint farblos etc.

Die Farbenintensität des Gewebes lernt man bald richtig beurtheilen. Im Allgemeinen sind die zur feuchten Aufbewahrung (in schwach angesäuertem Glycerin) bestimmten Präparate weniger tief zu tingiren, als die für Harzeinschluss dienenden. Gerade die letzteren (am besten kalt zu verschliessen mit in Chloroform verdünntem Kanadabalsam oder mit alkoholischer Lösung von Kolophonium oder Sandarac-Harz) liefern oft reizende Uebersichtspräparate.

Injizirte Theile gestatten bei manchen Farben (Chromgelb, schwefelsaurem Baryt) sehr leicht die Tinktion. Die besten Sorten des löslichen Berliner Blaues erlauben die Färbung ebenfalls; doch ist, um die lebhafte Bläue wieder zu erhalten, ein etwas stärker angesäuertes Waschwasser erforderlich. Mit Karmin injizirte

Objekte färbt man zweckmässiger blau oder violett; jedoch kann man auch mit ganz leichter Karminröthe sehr hübsche Bilder erzielen.

2. Karmintinktionen von Thiersch.

Professor Thiersch bedient sich mehrerer Tinktionsmethoden.

a. Rothe Tinktur.

Karmin 1 Theil.
Kaustische Ammoniakflüssigkeit 1 Theil.
Destillirtes Wasser 3 Theile.

Die so gewonnene Lösung wird filtrirt.

Eine zweite Lösung wird bereitet aus:

Oxalsäure 1 Theil.
Destillirtem Wasser 22 Theile.

Man vermischt einen Theil jener Lösung des karminsauren Ammoniak mit 8 Theilen der wässrigen Oxalsäuresolution, fügt noch 12 Theile absoluten Alkohol zu und filtrirt.

Hat das Filtrat statt der Karminröthe eine Orangefarbe, so wird die in zu grosser Menge vorhandene Oxalsäure durch Zutröpfeln von Ammoniakflüssigkeit auf das gewünschte erstere Kolorit gebracht. Indessen vermag man auch mit jener gelben Tinktur zu färben. Setzen sich nachträglich in dem Filtrate wieder Krystalle von oxalsaurem Ammoniak ab, was bei Zusatz von Ammoniakflüssigkeit oder Alkohol geschieht, so muss zum zweiten Male filtrirt werden.

Nach den Erfahrungen von Thiersch färbt diese Tinktur in der kurzen Zeitfrist von 1—3 Minuten gleichmässig, ohne Quellung zu veranlassen, und ohne Epithelialfetzen abzulösen. Nach der Tinktion spült man den anhängenden Farbestoff mit Alkohol von etwa 80 % ab. Ist die Färbung zu dunkel oder diffus geworden, so laugt man das Präparat mit einer weingeistigen Lösung der Oxalsäure aus.

b. Lilafarbige Karmintinktur.

Borax 4 Theile.
Destillirtes Wasser 56 Theile.

Der Lösung wird zugefügt

Karmin 1 Theil.

Die so erhaltene rothe Lösung wird zu einem Volumen mit dem doppelten des absoluten Alkohol vermischt und dann filtrirt.

Auf dem Filter bleiben Karmin und Borax, welches Gemenge, in destillirtem Wasser aufgelöst, zu einer neuen Bereitung dienen kann.

Diese Tinktur fand Thiersch etwas langsamer färbend als die einfach rothe und in einer besonderen Anziehung zum Knorpel und durch Chromsäure entkalkten Knochen stehend. Zum Auslaugen dienen weingeistige Lösungen der Oxal- und Borsäure. Sehr schöne Färbungen bilden sich, wenn die mit letzterer Lösung tingirten Präparate auf einen Augenblick noch in die erstere Tinktur eingelegt werden.

3. Beale'sche Karmintinktion.

Der verdiente Forscher hat die nachfolgende Mischung empfohlen:

Karmin 0,6 Grms.
Starke Ammoniakflüssigkeit 2 Grms.
Gutes Glycerin 60 Grms.
Destillirtes Wasser 60 Grms.
Alkohol 15 Grms.

Das zerkleinerte Karmin wird mit dem Ammoniak im Reagensgläschen durch Kochen gelöst. Nach einer Stunde ist aus der erkalteten Lösung ein Theil Am-

moniak verdunstet. Jetzt mischt man Wasser, Glycerin und Alkohol bei, filtrirt oder giesst nach längerem Stehen die klare Flüssigkeit für den Gebrauch ab. Zur Tinktion bedarf es für die einzelnen Theile sehr ungleicher Zeit.

Eine Modifikation der Beale'schen Methode bildet das Verfahren von Heidenhain (zunächst für die Magenschleimhaut benützt). Das überschüssige Ammoniak jener jedoch ohne Alkohol bereiteten Solution wird durch Erwärmen auf dem Wasserbad oder Zusatz von Essigsäure fast ganz entfernt. (Der richtige Ammoniakgehalt ist dann aber getroffen, wenn in einer freistehenden kleinen Schale alles Karmin der Lösung nach 24 Stunden sich körnig absetzt.) Ein Uhrgläschen mit einer derartig ammoniakarmen Flüssigkeit nimmt die Objekte für 24 Stunden auf. Neben ihm befindet sich ein zweites Uhrgläschen mit Wasser und einer Spur von Ammoniak. Beide kommen in eine flache, fest verschliessbare Glasschale. Später, gewaschen in Glycerin und dann in reines Glycerin gebracht, setzt man sie in ähnlicher Weise dem Dunste einer geringeren Menge Essigsäure aus. Eine derartig schonende Tinktion bietet gewiss vielfache Vortheile. Modifikationen derselben sind ohnehin leicht.

4. Saure Karmintinktur.

Schweigger-Seidel empfiehlt zur Färbung vorher mit Säure behandelter Objekte die nachfolgende Methode: Eine gewöhnliche ammoniakalische Karminlösung wird mit Essigsäure im Ueberschuss versetzt und filtrirt. Die so erhaltene rothe Tinktur färbt allerdings diffus. Nach Zugabe eines mit etwas Salzsäure versetzten Glycerin (1 : 200) zum mikroskopischen Präparate sieht man aber allmählich die Zellenkörper sich entfärben und nur die Kerne das Karmin zurückhalten. Zum Einschluss in Glycerin wasche man vorher mit essigsäurehaltigem Wasser ab. Ich habe einfacher in Essigsäure Karmin gelöst, dann filtrirt und hinterher mit Wasser beliebig versetzt. Man erhält so eine Flüssigkeit, welche nach mehreren Stunden oder einem halben bis ganzen Tage genügend färbt. Für mit Berliner Blau hergestellte Injektionspräparate ist die betreffende Tinktion sehr zu empfehlen*).

5. Pikrokarminfärbung.

Ranvier, ein verdienter Forscher, ist der Erfinder dieser Färbungsmethode. Man bereitet sich eine filtrirte gesättigte Lösung der Pikrinsäure und giebt diese tropfenweise einer starken ammoniakalischen Karminsolution zu, bis Neutralisation erfolgt. Geringe Niederschläge, durch beginnende Uebersäuerung bewirkt, können mittelst Filtration entfernt werden (Flemming). Ich habe bisher keinen erheblichen Erfolg mit dieser Methode erzielt.

6. Tinktion mit Anilinroth (Fuchsin).

Der Gedanke, die in der Gegenwart so viel benutzten Anilinfarben zur Tinktion thierischer Gewebe zu verwenden, musste nahe liegen. Eine Anzahl von Versuchen, welche ich zu diesem Behufe schon vor Jahren unternommen habe, lehrten die vorzügliche Brauchbarkeit jener Farbstoffe.

Fuchsin (krystallisirtes) 1 Centigrm.
Absoluter Alkohol 20—25 Tropfen.
Destillirtes Wasser 15 Kcm.

Es entsteht eine schöne rothe, mässig intensive Lösung. Dieselbe färbt fast augenblicklich, und zwar in schonendster Weise, mancherlei thierische Gewebe. Ganz vortrefflich eignet sie sich für Epithelien, Glashäute, Linse und Corpus vitreum. Mit etwas Wasser verdünnt, tingirt sie im Laufe einer halben Stunde

*) Auch das reine Karminroth (s. Anmerk. S. 88) in essigsaurem Wasser gelöst bildet nach Rollett ein brauchbares Tinktionsmittel.

in Bewegung begriffene Flimmerzellen des Frosches, ohne dass das Wimperspiel aufhört. Auch farbige Blutzellen koloriren sich, wenngleich langsam. Sehr gut ist die betreffende Fuchsinlösung dann noch für elastische Fasern (von Ebner), sowie für Ganglienzellen und die zelligen Elemente von Drüsen verwendbar. Weniger zweckmässig erschien sie mir für Knorpel und Knochen. Nervenfasern, mehrere Stunden eingelegt, zeigen sich leicht geröthet mit deutlichem dunklerem Axenzylinder.

Die obigen Angaben lehren, dass in der Fuchsinlösung ein Tinktionsmittel vorliegt, welches in mancher Hinsicht mehr leistet als die Karminfärbung. Die so rasche gleichmässige Färbung qualifizirt die Fuchsinsolution besonders als Farbestoff für momentane Demonstrationen und für Tinktionen, wo blasse, zarte Zellen möglichst unversehrt deutlicher hervorgehoben werden sollen. Sehr fatal ist es, dass Alkohol die Färbung bald auszieht, so dass man auf Einschluss in Kanadabalsam verzichten muss*).

7. Blaue Tinktionen.

In manchen Fällen wird man gern zu einer blauen Tinktion greifen, besonders wenn es sich um Färbung von Karmininjektionen handelt. Im Uebrigen erscheinen solche Tinktionspräparate ebenfalls sehr schön, so dass ich für manche Zwecke denselben vor Karmintinktionen den Vorzug geben möchte. Man kennt zur Zeit mehrere derartige Methoden, so mit indigoblauschwefelsaurem Kali (sogenanntem Indigkarmin), mit Hämatoxylin, Anilinblau und Parme soluble.

a. Blaue Tinktur mit Indigkarmin.

Von Professor Thiersch ist die folgende Mischung empfohlen worden:

Oxalsäure 1 Theil,
Destillirtes Wasser 22—30 Theile,

und Indigokarmin so viel, als zur Saturation erforderlich ist.

Auch das Natronsalz giebt eine treffliche blaue Tinktur. Ein Ueberschuss der blauen Farbe lässt sich durch weingeistige Oxalsäurelösung auslaugen.

Diese blaue Tinktur (welche man ebenfalls nach Belieben mit Weingeist verdünnen kann) färbt konzentrirt sehr rasch und gleichmässig. Sie eignet sich nach den Beobachtungen des Erfinders gut zur Färbung der Axenzylinder und Nervenzellen von in Chromsäure gehärtetem Gehirn und Rückenmark. Kanadabalsampräparate, welche ich vor längeren Jahren von Thiersch erhielt, haben bis zur Stunde das blaue Kolorit unverändert bewahrt.

b. Tinktion mit Anilinblau.

Das gewöhnliche Anilinblau**) ist unlöslich in Wasser. Durch Behandlung mit Schwefelsäure gewinnt man aus jenem das lösliche Blau. Dieses kann in Wasser einfach gelöst werden, bis man eine tiefe Kobaltfarbe erhält, oder man bereitet sich folgendes Gemisch:

Lösliches Anilinblau 2 Centigrms,
Destillirtes Wasser 25 Kcm.,
Alkohol 20—25 Tropfen.

Diese Tinktur färbt namentlich Alkoholpräparate schon nach wenigen Minuten lebhaft blau, etwas langsamer Chromsäurepräparate. Die betreffende Farbe konservirt sich in Wasser, Alkohol und Glycerin und verträgt Säurezusätze sehr gut. Lymphdrüsen, Milz, Darmwandungen, ganz besonders aber Gehirn- und Rückenmarksschnitte geben mit ihr prächtige Bilder. Ich habe schon vor Jahren von ihr

*) Das salpetersaure Rosanilin (Magentaroth) ist in wässriger Lösung von Roberts und Abbey empfohlen worden.

**) Auch es kann in alkoholischer Lösung zur Färbung von Objekten, welche in wasserfreiem Weingeist erhärtet waren, verwendet werden. Zum Einschlusse dient Glycerin.

ausgedehnteren Gebrauch gemacht und empfehle sie auf das Angelegentlichste, obgleich sie nur vergängliche Präparate liefert.

Verbesserungen hat diese Färbungsmethode kürzlich durch Heidenhain und Rollett erfahren.

Ersterer verwendet die neutral reagirende, wässerige Lösung in noch höherer Verdünnung, so dass sie, in ein Uhrgläschen gefüllt, auf hellem Grunde eine vergissmeinnichtblaue Färbung zeigt. In dieser (4 Kcm. Flüssigkeit) bleiben in feuchtem Raume die Schnitte (Alkoholpräparate) einen Tag über liegen, um dann in Glycerin sogleich verkittet zu werden. Ein kleiner Zusatz von Essigsäure, ja selbst schon von Dämpfen derselben, erhöht Farbe und färbende Kraft der Lösung bedeutend; Ammoniakdämpfe entfärben sie dagegen völlig. Rollett löst 1 Grm. des Farbestoffes in 400 Kcm. Wasser. Die Objekte kommen alsdann (wann?) sehr dunkelbau in destillirtes Wasser, um hier unter zeitweiligem Schütteln den Ueberschuss des Färbungsmittels zu verlieren.

c. Tinktion mit Parme soluble.

Diese Substanz, welche durch die Behandlung des Diphenyl-Rosanilin mit Schwefelsäure gewonnen wird, giebt in Wasser etwa in dem Verhältnisse von 1:1000 gelöst, ein prachtvolles in's Violette ziehendes Blau und färbt nach wenigen Minuten die verschiedenen Gewebe. Man spült hinterher in Wasser ab, benützt Glycerin als Untersuchungsflüssigkeit oder verwendet nach vorhergegangener Entwässerung durch absoluten Alkohol den Einschluss in Kanadabalsam. Indessen letztere Objekte sind leider etwas vergänglicher Natur.

8. Violette Tinktion mit Hämatoxylin.

Durch Boehmer haben wir in dem Hämatoxylin ein werthvolles und vielfach dauerhaftes Färbungsmittel kennen gelernt. Doch bewirkt die Gegenwart einer Säure oder eines Alkali in geringen Quantitäten hinterher eine Verblassung und Entfärbung. Nach zahlreichen Versuchen empfehle ich etwa 1 Grm. des Farbestoffes in 30 Grms absoluten Alkohol zu lösen. Man bereite sich dann eine Alaunlösung, welche 0,5—1 Grm. des Salzes in 30 Kcm. destillirten Wassers enthält. In diese trägt man tropfenweise die alkoholische Lösung des Hämatoxylin ein, bis man eine tiefe violett-blaue Färbung gewinnt. Die Flüssigkeit muss nun einige Tage an der Luft stehen bleiben und dann filtrirt werden (später ist eine neue Filtration von Zeit zu Zeit nicht zu vermeiden). Nach 10, 20 oder 30 Minuten erhält man eine schöne violett-blaue Tinktion. Zum Auswaschen dient destillirtes Wasser. Ich glaube nach bisherigen Erfahrungen, dass das nachträgliche Einwirken einer schwächeren Alaunlösung die Tinktion dauerhafter gestaltet. Hat man überfärbt, so kann man durch ein 4—12stündiges Einlegen in eine Alaunsolution nachträglich ein helleres und zwar ganz hübsches, nur mehr blaues Kolorit erzielen.

Für rasche Färbung (etwa bei Vorlesungsdemonstrationen) ziehe ich das Hämatoxylin dem Karmin entschieden vor. Chromsäurepräparate gestatten jedoch niemals nach dem oben Bemerkten, in dieser Weise tingirt, eine bleibende Konservirung, wohl aber Objekte, welche in Alkohol erhärtet werden. Durch Karmin vorher injizirte Weingeistpräparate geben, mit unserem Farbestoff passend behandelt, prächtige Objekte, welche eines dauernden Einschlusses in harzige Substanzen fähig sind. — Auch eine wässerige Blauholzlösung mit etwas Alaun ergiebt ähnliche Tinktionen, welche gegen Säuren weniger empfindlich sind.

9. Bläuliche Färbung mit molybdänsaurem Ammoniak.

Krause hat dieses Salz in neutraler Lösung von 5% als indifferentes, meerblau färbendes Mittel für verschiedene Gewebe, wie die der Nervenapparate, Drüsen, für Flimmerzellen empfohlen. In gewöhnlicher Temperatur und unter Lichteinwirkung ist die Tinktion in 24 Stunden eingetreten. Durch nachträgliche Ein-

wirkung von Eichengerbsäure (1 : 1,5) oder Pyrogallussäure (20%) entsteht unter Bräunung eine schnittfähige Konsistenz.

Man hat allmählich zwei jener Farbestoffe zu Doppeltinktionen zu verbinden gelernt.

10. Doppelfärbung mit Karmin und Pikrinsäure.

E. Schwarz kombinirte die Karminfärbung mit einer Tinktion der Pikrinsäure. Er bringt die Gewebe vorher in eine Mischung, bestehend aus 1 Theil Kreosot, 10 Theilen Essig und 20 Theilen Wasser. In das aufkochende Gemisch kommen jene etwa eine Minute lang und werden dann (in 2—3 Tagen) getrocknet. Dünne Schnitte werden alsdann in mit Essigsäure schwach gesäuertem Wasser eine Stunde lang eingelegt und mit destillirtem Wasser abgewaschen. Nun kommen sie in eine äusserst schwache, eben noch roth erscheinende wässerige Lösung des ammoniakalischen Karmin, um hinterher, durch Wasser auf's Neue abgewaschen, zwei Stunden lang einer Lösung der Pikrinsäure (0,066 Grm. auf 400 Kcm. Wasser) ausgesetzt zu werden. Dann bringt man die Schnitte auf den Objektträger, lässt den Ueberschuss der Säure abfliessen, tropft ein Gemisch von 4 Theilen Kreosot und 1 Theil eines alten verharzten Terpentinöls darauf und schliesst in Damarharz etwa eine halbe Stunde später das aufgehellte Objekt ein.

Will man jene Kreosotmischung nicht anwenden, so überträgt man die Schnitte aus der wässerigen Pikrinsäurelösung in eine alkoholische von der nämlichen Stärke, um sie so zu entwässern.

Man erhält hierbei eigenthümliche Effekte. Epithelial- und Drüsenzellen, Muskeln, die Wandungen der Gefässe zeigen ein gelbes Kolorit bei gerötheten Kernen, während das Bindegewebe von der Pikrinsäure nicht gefärbt wird und nur das Kolorit des Karmin darbietet.

Die betreffenden Bilder sind recht hübsch, und die Methode verspricht namentlich für den Nachweis muskulöser Elemente von Wichtigkeit zu werden.

11. Tinktion mit Hämatoxylin und Karmin.

Strelzoff, ein russischer Arzt, ist der Erfinder des Verfahrens, welches für den werdenden Knochen reizende Objekte ergiebt, für andere Organe nach zahlreichen eigenen Versuchen aber kaum anwendbar ist. Man färbt die Schnitte mit Hämatoxylinlösung, bringt sie dann in destillirtem Wasser ausgewaschen in eine an Ammoniak möglichst arme Karminsolution. Zum zweiten Male ausgewaschen, können sie hinterher nochmals der Einwirkung einer schwächeren Alaunflüssigkeit unterworfen werden. Die Knorpelreste erscheinen alsdann blau, die Knochensubstanz roth. Diese Präparate sind aber keines Einschlusses in harzige Massen fähig und nur eine vergängliche Aufbewahrung in Glycerin gestattend. Hämatoxylin haftet eben leider nicht dauernd an vorher angesäuerten Geweben und verschwindet in beiderlei Konservirungsflüssigkeiten früher oder später*).

12. Doppelfärbung mit Blauholzlösung und Pikrinsäure.

Kutschin empfiehlt, die in Müller'scher Flüssigkeit (S. 81) gelegenen, in Bildung begriffener Knochen vorher ausgewaschen, dann einer wässrigen Lösung des erstgenannten Färbemittels in Alaun zu unterwerfen und hierauf in eine gesättigte Solution der Pikrinsäure in Alkohol zu bringen. Knorpelreste und Zellenkerne werden blau, das Protoplasma der Markzellen und die Knochenlamellen nehmen das gelbe Kolorit der Pikrinsäure an. Schön sind derartige Bilder freilich

*) Man kann auch umgekehrt verfahren, die Objekte zuerst in einer ammoniakarmen Karminlösung färben und dann der Einwirkung des Hämatoxylin oder einer Blauholzlösung unterwerfen (Rollett). Auch mit Anilinblau oder Parme soluble und Karmin gelangen mir Doppeltinktionen.

nicht immer, wie ich versichern darf. Weitere Untersuchungen habe ich mit dieser Methode bisher nicht angestellt.

13. Gerlach's komplizirte Färbung.

Der verdiente Forscher verwendet für Querschnitte vorher getrockneter Gefässe zuerst während einen Tag lang eine schwache, mit einem Minimum von Alaun versetzte Lösung von Blauholz. Dann erfolgt während einiger Minuten die Einwirkung einer »reinen« Essigsäure und hierauf für eine gleiche Zeit diejenige einer »ziemlich verdünnten« Pikrinsäure. Nach dem Auswaschen entsteht ein dreifaches Kolorit der muskulösen, elastischen und bindegewebigen Elemente. Solche Objekte gestatten den Einschluss in Glycerin oder Kanadabalsam.

II. Metallimprägnationen.

Die Histologie hat in den letzten Jahren in mehreren leicht reduzirbaren Verbindungen edler Metalle wichtige Hülfsmittel der Forschung gewonnen. Wässerige Lösungen von Höllenstein, von Osmiumsäure, Gold- und Palladiumchlorür sind bisher in den Gebrauch gekommen. Ihre Wirkungen fallen wesentlich verschieden aus, so dass wir jener Solutionen im Einzelnen zu gedenken haben.

a. Salpetersaures Silberoxyd.

Man hatte sich schon seit Jahren des Höllensteins in Lösung oder in Substanz bedient, um Silberniederschläge in der Hornhaut des Auges zu erzielen. In ausgedehnter Weise an thierischen Theilen ist zuerst von Recklinghausen (Die Lymphgefässe. Berlin 1862) diese Methode geübt worden, und His hat dann die Bedingungen und Natur des Niederschlages zu ermitteln gesucht. In letzter Zeit haben eine grosse Anzahl Beobachter von dem Verfahren guten und schlechten Gebrauch gemacht.

Zur Silberimprägnation eignen sich nach den früheren Angaben nur frische (oder noch annähernd unzersetzte) sowie namentlich noch von den eiweisshaltigen Organflüssigkeiten durchtränkte Gewebestücke und, da die Wirkung des Höllensteins meistens eine oberflächliche zu bleiben pflegt, vorwiegend dünne membranöse Bildungen. Künstliche durch die Messerklinge geschaffene Flächen liefern gewöhnlich nur sehr ungenügende Resultate.

Am zweckmässigsten verwendet man nur ganz schwache Lösungen, solche von 0,5, von 0,25 und 0,2%, unter Umständen noch weniger. Man legt in sie vielfach nur für Bruchtheile einer Minute ein, bis eine weissliche Färbung des Gewebestückes zu erkennen ist. Darauf spült man in Wasser ab und setzt das Ding dem Lichte aus, bis ein bräunliches Kolorit bemerkt wird. Alsdann untersuche man mit etwas angesäuertem Wasser oder Glycerin. Auch die Karmintinktion kann noch als passendes Hülfsmittel hinzukommen.

Zur grösseren Haltbarkeit empfiehlt uns noch Legros das tingirte Objekt für einige Augenblicke in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron einzulegen und dann mit destillirtem Wasser auszuwaschen. Eine verlängerte Einwirkung jenes Salzes kann zu dunkel gewordene Silberpräparate wieder aufhellen.

Indessen, wenn auch die Versilberung in vielen Fällen treffliche Bilder liefert, so haften ihr doch ausser den schon erwähnten noch mancherlei Uebelstände an. Einmal werden die Kernbildungen sehr bald undeutlich, um später ganz zu verschwinden. Dann gewinnt man bei aller Vorsicht nicht immer das gewünschte Ergebniss, und die Bilder, welche der stark einwirkende Höllenstein liefert, fallen häufig sehr ungleich, ja nicht selten so fremdartig aus, dass der Beobachter verwirrt vor denselben stehen bleibt. Die grösste Vorsicht in der Deutung derartiger Artefakte wird also nöthig — und leider hat man jene öfters vernachlässigt.

Entschieden die besten Ergebnisse liefert die Silberbehandlung bei Epithelien, namentlich ungeschichteten Plattenzellen und von ihnen hergestellten Membranen

und Röhren. Hier tritt eine aus dunklen, bald feineren, bald breiteren Begrenzungslinien bestehende Mosaik hervor, welche uns die Zellengrenzen auf das Deutlichste zu erkennen giebt, sei es nun, dass eine Kittsubstanz sich schwärzt oder in feinen Furchen der Zellenbegrenzung jener dunkle Silberniederschlag entsteht. Solche Bilder sind keiner Missdeutung fähig, sobald es gelingt die Kerne wahrzunehmen oder die Plättchen zu isoliren. Wir werden später sehen, zu welch' schöner Entdeckung diese Methode über die Struktur der feinsten Blut- und Lymphbahnen geführt hat.

Indessen man erhält hier auch noch statt jener hellen von dunklen Linien umgrenzten Felder eine diffuse bräunliche Trübung der Plättchen ohne jene schwarzen Grenzlinien.

Auch die Grenzen glatter Muskelzellen werden in hübscher Weise durch das Reagens sichtbar gemacht. Wie viel es für Ermittlung feiner Texturverhältnisse des Nervengewebes leistet — darüber werden künftige Forschungen zu entscheiden haben.

Ebensowenig ist über die Bedeutung der Höllensteinlösung für Bindegewebe und verwandte Strukturen bis zur Zeit eine Uebereinstimmung der Meinungen zu erzielen gewesen; vielmehr gehen die Ansichten der Beobachter hier auf das Weiteste aus einander.

Nach den Angaben Recklinghausen's entsteht hier vielfach eine diffuse Färbung der Grundsubstanz, und aus ihr schimmern dann Hohlräume und Zellen in Gestalt heller Lücken hervor. Es kann dagegen auch gerade umgekehrt in jenen ein körnig dunkler Silberniederschlag sich bilden, während die Zwischenmasse hell bleibt. Man hat, um letzteres Bild zu gewinnen, die Behandlung mit Kochsalzlösung empfohlen (His).

Wir selbst sind geneigt für das Bindegewebe von der Versilberungsmethode abzurathen.

Es ist das Verdienst Thiersch's, eines ausgezeichneten Technikers, gezeigt zu haben, dass auch Alkoholpräparate in dünnen Schnitten passend mit jenem Silbersalze behandelt werden können.

Man bringt solche Objekte etwa 5 Minuten lang in eine alkoholische Lösung des Höllensteins (1 : 5000) und schüttelt sie dabei. Dann überträgt man sie für einige Sekunden in eine weingeistige Solution von Kochsalz und setzt das Schütteln fort. Hinterher, dem Lichte mehr oder weniger ausgesetzt, färben sich diese Objekte leicht, aber ausreichend, um die verschiedenen Gewebebestandtheile genügend zu zeigen. Derartig behandelte Karmininjektionen, in harzige Massen eingeschlossen, ergeben treffliche höchst haltbare Bilder, wie eigene Erfahrungen lehren.

b. Osmiumsäure (Ueberosmiumsäure).

»Die von M. Schultze*) eingeführte Behandlung thierischer Gewebe mit Solutionen von Osmiumsäure (OsO_4) erlaubt eine sehr mannichfaltige Anwendung. Organische Substanzen reduziren die Säure aus ihren Lösungen, wodurch eine Verbindung ersterer mit einer niederen Oxydationsstufe oder vielleicht mit metallischem Osmium entsteht, welche Verbindung sich früher oder später unabhängig vom Lichte dunkel blauschwarz färbt und der Fäulniss widersteht. Die Reduktion erfolgt im Gewebe nicht als ein körniger Niederschlag, vielmehr behalten die Elementartheile frisch eingelegt ihre ihnen im Leben zukommende Durchsichtigkeit und Struktur, welche nur durch die Veränderung der Farbe alterirt wird. Diese Farbenveränderung erfolgt aber bei verschiedenen Geweben sehr verschieden schnell, und hierauf beruht ein wichtiger Vortheil der Methode. Offenbar liegt diesem Verhalten eine Verschiedenheit in der reduzirenden Kraft, oder in der Verwandtschaft der organischen Substanzen zu der reduzirten niederen Oxydationsstufe

*) Ich verdanke diesen Aufsatz der Güte meines hochverehrten Kollegen in Bonn.

zu Grunde. Durch diese Eigenthümlichkeit kann uns die Osmiumsäure Strukturverhältnisse sichtbar machen, welche auf anderem Wege nicht so übersichtlich zu demonstriren waren. So ist es mit den Tracheen-Endzellen im Leuchtorgane von Lampyris. Sehr schnell färben sich schwarz Fettzellen und Fetttropfen aller Art und das Nervenmark zentraler und peripherischer Nerven, langsamer die Substanz der Ganglienzellen und der Axenzylinder, die Muskelfasern und alle eiweissreichen Elementartheile wie protoplasmareiche Zellen, rothe Blutkörperchen, die Linsenfasern, am langsamsten die Interzellularsubstanz leim- und schleimgebender Bindesubstanzen, Cellulose, Amylon, die wässrige Intrazellularflüssigkeit vieler Pflanzenzellen, welche nur Spuren organischer Substanz gelöst enthält (M. Schultze und Rudneff). Der Hauptwerth der Methode beruht in der Eigenschaft der Osmiumsäure, die zartesten, vergänglichsten, gegen Reagentien empfindlichsten Gewebstheile in einem dem lebendigen ähnlich sehenden Zustande zu konserviren, z. B. embryonale Gewebe, Bindesubstanzzellen, Zentralorgane und peripherische Theile des Nervensystems, Netzhaut etc. In dieser Rücksicht übertrifft aber die Osmiumsäure, alle bisher bekannten Reagentien, da sie, richtig angewandt, eine jede körnige Gerinnung verhindert, und selbst diejenigen Strukturveränderungen nicht zu Stande kommen lässt, welche eine Folge der spontanen, postmortalen Gerinnung sind. Die Konzentrationen der wässrigen Lösung sind am besten ziemlich stark, d. h. 1—2% zu wählen, in welchen man die Gewebe am besten nur kurze Zeit, von $^1/_4$ Stunde an bis zu 24 Stunden, liegen lässt. Mehrstündige oder mehrtägige Einwirkung hat starke Erhärtung und sehr dunkle Färbung zur Folge. Da die Lösung nicht sehr tief eindringt, wähle man kleine Stücke zum Einlegen. Man kann sich auch mit Vortheil schwacher, $^1/_{10}$% Lösungen bedienen, welche weniger erhärten. Die Ausdünstungen der Osmiumsäure sind den Respirationsorganen und der Konjunktiva schädlich, daher sorgfältig zu meiden.«

c. Osmiamid.

Owsjannikow empfiehlt das Frémy'sche Osmiamid (1 : 1000), d. h. die Amidverbindung der osmigen Säure OsO_3, also OsO_2H_2N, als Ersatz jener unangenehmen, flüchtigen Säure.

d. Goldchlorid.

Die Wirkung des Goldchlorid, welches Cohnheim in die Gewebelehre eingeführt hat, ist eine weit langsamere und weniger energische als die einer Höllensteinlösung, so dass es hier eines bleibenderen Einlegens der (möglichst frischen) Theile bedarf, wobei die Menge der Flüssigkeit ziemlich gleichgültig zu sein scheint. Man verwende eine Lösung von 0,5% der Goldsalzes, am besten eine solche, welche mit einer Minimalmenge von Essigsäure versetzt ist. Man wartet von 15 bis 20 Minuten zu einer Stunde und mehr, bis eine deutliche strohgelbe Färbung des Präparates eingetreten ist (die hier im Gegensatze zum Höllenstein in die Tiefe vordringt). Nun lege man nach vorherigem Abspülen in gewöhnlichem oder destillirtem Wasser für 24, 48 Stunden und mehr in ein eben angesäuertes Wasser ein und lasse das Gefäss dem Lichte ausgesetzt stehen. Ist die Reduktion eingetreten, so begegnen wir einer verschiedenen Färbung; im besten Falle einem schönen intensiven Roth, zuweilen einem Violett, Blau oder tieferen Grau. Später tritt ein Nachdunkeln bis zu einem schwarzen Farbeton ein.

Nach den Erfahrungen Cohnheim's wirkt das Goldchlorid nicht ein auf verhornte und des Protoplasma entbehrende Zellen, wie die einfachen Plattenepithelien, die Epidermisschüppchen (ebenso nicht auf ihre sogenannte Kittsubstanz), ferner nicht auf die Zwischenmasse von Bindegewebe und Knorpel. Endlich ergiebt sich kein Effekt auf den Zellenkern; doch erhält sich dieser gut, wie denn überhaupt die Einwirkung der Vergoldung eine weit mildere, viel weniger alterirende ist als diejenige der Versilberung. Dagegen wird das Goldchlorid vom Zellenproto-

plasma energisch und relativ rasch reduzirt, so dem der lymphoiden und Drüsenzellen, der zelligen Elemente des Bindegewebes und Knorpels; ferner von den Kapillargefässen und den Muskeln. Am energischsten — und hierin scheint der Hauptwerth dieser neuen Methode zu liegen — reduziren das Chlorgold die Elemente des Nervensystems, die Ganglienkörper, die Markscheide der Nerven, die dunkel, fast blauroth wird, und der Axenzylinder, welcher ein helleres lebhafteres Roth annimmt.

Nach den Erwähnten versprach die Vergoldung für die feine Anatomie des Nervensystems von höchster Bedeutung zu werden, wie denn auch dem Erfinder an den Hornhautnerven bereits eine schöne Entdeckung gelungen war. Leider hat diese Methode sich bald als eine fast launenhaft unsichere, in manchen Fällen ganz in Stich lassende herausgestellt, während Andere wieder günstige Resultate erhielten. Man ist theilweise bis zu Lösungen von 0,005% heruntergegangen. Das Einlegen in eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul soll schnelle Reduktion herbeiführen (Nathusius). Noch schneller (Hénocque) erfolgt aber die Reduktion, wenn man das aus dem Wasser entnommene vergoldete Objekt in ein Fläschchen mit eingeschliffenem Glasstöpsel bringt, welches mit einer konzentrirten Lösung der Weinsteinsäure erfüllt ist und das Gefäss der Einwirkung des nahe zu siedenden Wassers unterwirft. Nach 20,15 oder weniger Minuten ist die vollständige Reduktion erfolgt. Einer dauerhaften Aufbewahrung sind jene Gold-Präparate leider nicht fähig.

e. Goldchloridkalium.

Vor mehreren Jahren wurde es zuerst durch Gerlach in Lösung von 0,01% für die in doppelchromsaurem Ammoniak erhärtete Rückenmarksschnitte benützt. Später hat sich seiner in ebenfalls hoher Verdünnung für den frischen Sympathikus des Frosches Arnold bedient. Wir kommen später ausführlicher auf diese Methode zurück.

f. Palladiumchlorür (Chlorpalladium).

Vor mehreren Jahren hat F. E. Schulze uns mit den Wirkungen dieses Salzes bekannt gemacht. Zur Auflösung des trocknen Salzes in destillirtem Wasser ist ein minimaler Zusatz von Salzsäure erforderlich. Er verwendet eine Lösung von 0,1% (1 : 800—1 : 1500). Diese (von weingelbem Ansehen) von 15 bis 30 Kcm. erhärtet ein bohnengrosses Gewebestück im Laufe von 2 oder 3 Tagen bis zur schnittfähigen Konsistenz und färbt dabei. Nach den Erfahrungen des Entdeckers eignet sich das Chlorpalladium besonders zum Nachweis quergestreifter und glatter Muskeln, welche dabei bräunlich und strohgelb werden. Ebenso nehmen an Protoplasma reichere Zellen (Oberhaut und Drüsen) gelbes Kolorit an. Horn-, Fett- und Bindegewebe färben sich nicht. Ferner nimmt bei unmittelbarer Einwirkung das Nervenmark eine schwarze Färbung an. Auch für die Retina, Krystalllinse rühmt uns Schulze noch das Reagens, welches dem Goldchlorid gleich die Kernformationen scharf hervortreten lässt und bei der nachfolgenden Karmintinktion des Bindegewebes sehr instruktive Bilder gewährt. Unangenehm ist der Umstand, dass bei manchen Theilen, wie Gehirn und Epidermis, die Einwirkung nur eine oberflächliche bleibt.

Zum (vergänglichen) Einschluss der sorgfältig auszuwaschenden Präparate dient Glycerin.

g. Berliner Blau.

Leber empfiehlt ein eigenthümliches Imprägnationsverfahren, zunächst allerdings für die Hornhaut des Frosches. Das frische Organ wird für einige Minuten eingelegt in die 0,5—1%ige Lösung eines Eisenoxydulsalzes. Hierauf nimmt man es zur Entfernung des Epithel heraus und bringt es zum zweiten Male auf

eine kurze Zeit in jene Flüssigkeit zurück, so dass etwa im Ganzen eine Einwirkung von 5 Minuten stattgefunden hat. Hat man nun mit Wasser die Hornhaut abgespült, so schwenkt man sie, mit der Pinzette gefasst, in einer 1%igen Solution von Ferridcyankalium einige Augenblicke hin und her, bis eine intensi blaue und gleichmässige Färbung entstanden ist. Ein letztes Auswaschen in Wasser zeigt ein Präparat mit gefärbter Grundmasse, während die Hornhautkörperchen und -kanäle hell geblieben sind. Die Färbung dringt sehr tief ein, und eine nachherige Tinktion mit Iod, Karmin und Fuchsin gelingt leicht. — Diese Methode verspricht nützlich zu werden. — Ueber die Dauerhaftigkeit derartiger Objekte fehlen mir eigene Erfahrungen.

III. Trocknungsverfahren.

Wir reihen ferner hier noch das Trocknen thierischer Theile an. Diese Methode bezweckt, jenen durch Entziehung ihres Wassers einen Grad von Härte und Festigkeit zu geben, dass mit Hülfe eines scharfen Messers die dünnsten Schnitte gewonnen werden können, welche dann bei Zusatz des Wassers wieder aufquellen und so das Bild des natürlichen Verhaltens darbieten. Schon in einem vorhergehenden Abschnitte lernten wir eine Reihe von chemischen Reagentien kennen, welche zu einem ähnlichen Zwecke benutzt werden, wie die Chromsäure, das chromsaure Kali und den Alkohol.

Für manche Gewebe und Körpertheile eignet sich das Trocknen entschieden besser, da eine Trübung vermieden wird. Besonders festere Strukturen, an Bindegewebe reiche Organe, wie die Häute, die Sehnen und Gefässwände, aber auch die Lunge (selbst Injektionspräparate derselben), Muskeln, Epidermis, Krystalllinse und Nabelstrang werden mit grösstem Vortheile so behandelt. Weniger passend ist das Trocknungsverfahren bei Drüsen, Lymphknoten, zarteren Schleimhäuten: unbrauchbar wegen der grossen Weichheit und Veränderlichkeit des Gewebes wird es bei dem Gehirn, Rückenmark, den Nerven und ihren Endausbreitungen in den höheren Sinnesorganen.

Die Behandlung der Theile ist eine sehr einfache. Man trocknet sie auf einem Holzplättchen, einem Stückchen Kork (welchem man unter Umständen eine konvexe Oberfläche verleihen kann). Um ein Zusammenschnurren zu vermeiden, werden viele Theile dabei passend mit Stecknadeln auf der Holz- oder Korkplatte ausgespannt. Die Temperatur darf nicht zu niedrig sein, weil sonst Fäulniss eintreten kann; aber auch eine starke Erhitzung ist wegen der Koagulation des Eiweisses zu vermeiden. Am zweckmässigsten ist eine Wärme von 30—40° C. Auch die Sonne eines warmen Tages kann sehr gut benutzt werden. Will man die Erwärmung vermeiden, so kann man sich eines Schwefelsäure — oder Chlorcalciumapparates der chemischen Laboratorien bedienen.

Man hüte sich, übergrosse Stücke zum Austrocknen zu wählen und das Trocknen zu übertreiben, weil sonst die Sprödigkeit so gross werden kann, dass man durch Risse und Sprünge an dem Gewinnen feiner Schnitte gehindert wird. Mitunter ist ein nicht völlig getrocknetes, in der Konsistenz des Wachses befindliches Stück am allerpassendsten. Die Klinge muss natürlich hier trocken bleiben. Ist der Theil auf Kork gelegen, so kann man diesen beim Schneiden als Unterlage verwenden; härteres Holz würde natürlich das Messer beschädigen.

Die gewonnenen feinen Schnitte werden entweder in reinem Wasser oder solchem, dem ein wenig Essigsäure zugesetzt ist, erweicht. Will man sie tingiren, so bringt man sie unmittelbar in die ammoniakalische Karminlösung. Das Erweichen geschieht weniger passend auf dem Objektträger, als in einem Uhrgläschen oder Glaskästchen, und erfordert einige Minuten Zeit, um die Luftblasen aus den Zwischenräumen des Gewebes entweichen zu lassen.

Getrocknete Theile in einem Kästchen mit Hinzufügung eines Stückchen Kampher bewahrt, bilden für manche histologische Demonstrationen ein werthvolles Material.

IV. Gefrierungsmethode.

Auch dieses Verfahren, dessen man sich in neuerer Zeit bedient hat, liefert gute Ergebnisse und zwar in weit schonenderer Weise als das Trocknen. Man lässt nach Bedürfniss die Theile bei einer Kälte von 6, 8, 10—15° C gefrieren bis zu einer Konsistenz, welche das Anfertigen feiner Schnitte mit der erkälteten Rasirmesserklinge gestattet. Zweckmässig behufs der Handhabung ist es, auf einem Korkplättchen die Objekte anfrieren zu lassen und sich einer künstlichen Kältemischung zu bedienen. Nerven und Muskeln hat man so mit grossem Erfolg behandelt (Chrzonszczewsky, Cohnheim). Auch Drüsen, wie Speicheldrüsen, Leber, Nieren, Milz, Lunge, Haut, sowie die Körper der Embryonen geben treffliche Anschauungen (Kölliker); ebenso Ganglien (Arnold). Man untersuche mit Anwendung indifferenter Zusatzflüssigkeiten, wie z. B. Iodserum.

Neunter Abschnitt.

Das Injektionsverfahren.

Von höchstem Werthe für das histologische Studium ist die künstliche Anfüllung der Gefässbezirke des zu untersuchenden Theiles mit gefärbten Massen, ein Verfahren, was leider von mancher Seite noch allzusehr vernachlässigt wird, indem man, ohne die hierzu erforderliche Uebung gewonnen zu haben, hier und da sich den Anschein giebt, als sei eine derartige Prozedur überhaupt etwas Ueberflüssiges, eine luxuriöse Zugabe. Und doch sollte bei keiner irgendwie genaueren Untersuchung normaler oder pathologischer Texturverhältnisse dieses wichtige Hülfsmittel vernachlässigt werden; denn vieles in dem Aufbau eines Organes tritt nach Erfüllung seines Kapillarbezirkes mit einem Male in grösster Klarheit und Verständlichkeit hervor, und über Gefässreichthum oder Gefässarmuth eines Theiles erhält man augenblicklich den gewünschten Aufschluss. Allerdings will die Kunst des Injizirens erlernt sein, und ihre Ausübung ist keine ganz leichte. Vieles, ja das Meiste hängt von der Benutzung scheinbar unwichtiger Hülfsmittel, von kleinen Kunstgriffen, sowie einer nur durch Uebung zu erlangenden Fertigkeit ab. Indessen mit der nothwendigen Ausdauer und nicht abgeschreckt durch die fast ausnahmelos verunglückenden Erstlingsversuche gelangt man schon zu dem erwünschten Ziele, namentlich wenn man anfänglich darauf verzichtet, vollendet schöne Injektionen zu gewinnen. Letzteres gelingt dann allmählich leichter und leichter, und die Freude an dem endlich erhaltenen kleinen Kunstwerk ist schon für Manchen die Anregung zu weiteren Untersuchungen geworden.

Wir werden nun in den folgenden Blättern versuchen, das Wichtigste der Injektionstechnik dem Leser vorzuführen, und hierbei ganz besonders dasjenige hervorheben, was eigene Erfahrungen uns für Injektionen bisher gelehrt haben, wobei wir aber gerne zugeben wollen, dass Andere manches vielleicht Bessere an die Stelle dieser oder jener Notiz setzen könnten. Sind auch alle derartige Anleitungen nicht im Stande, dasjenige völlig zu gewähren, was der praktische Unterricht eines sachkundigen Lehrers weit kürzer verschafft, so werden sie doch manchem Autodidakten brauchbare Fingerzeige darbieten.

Nicht ohne Interesse ist es aber, vorher auf die Entstehungsgeschichte dieser Technik einen flüchtigen Blick zu werfen.

Die Kunst der Injektion, der Einfüllung gefärbter oder sonst leicht erkennbarer Masse in Kanalsysteme des Körpers, ist in ihren ersten rohen Anfängen ver-

hältnissmässig eine alte. Hyrtl in seinem so wichtigen Handbuch der praktischen Zergliederungskunst, Wien 1860, hat uns in interessanter Darstellung die Geschichte dieses Verfahrens genauer vorgeführt. Schon im 17. Jahrhundert bediente man sich hierzu der Wachsmassen, ebenso des Quecksilbers. Den Leim wandte man zur Injektion erst vom Beginn des 18. Jahrhunderts an.

Bekanntlich hat der Holländer Ruysch (1638—1731) unter den älteren Anatomen durch sein Injektionsverfahren sich grossen Ruf erworben — einen unverdienten, wie wir heutigen Tages nach genauen historischen Ermittelungen sagen müssen, gleich so mancher Zelebrität alter und neuer Tage. Talg (zum Theil mit Wachs versetzt) gefärbt durch Zinnober, bildete die von ihm benutzte Substanz. — Beträchtliches für seine Zeit erreichte dagegen schon in der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts N. Lieberkühn (1711—1746). Seine Präparate verdienen auch noch heutigen Tages, wie uns der in diesem Gebiete kompetenteste Forscher, Hyrtl, versichert, vortrefflich genannt zu werden. Er benutzte ein Gemisch von Wachs, Kolophonium und Terpentin, sowie als Färbungsmittel ebenfalls den Zinnober. Sömmerring, Döllinger, Berres haben in späterer Zeit auf diesem Gebiete Bedeutendes geleistet. Unter den Neueren glänzt vor Allen der Name Hyrtl's. Ihm reihen sich Andere rühmlichst an, wie z. B. Queckett, Gerlach, Thiersch, Beale etc.

Natürlich interessirt uns hier nur das Injektionsverfahren, insoweit es sich für mikroskopisch-histologische Studien eignet, so dass wir die gröbere Injektionstechnik gänzlich mit Stillschweigen übergehen.

Unter den zahlreichen Methoden können zunächst zweierlei unterschieden werden.

1. Man bedient sich in der Wärme flüssiger und beim nachherigen Erkalten erstarrender Massen.

2. Man wendet kaltflüssige Gemische an.

Unter den Stoffen ersterer Art sind harzige und Leimsubstanzen, wie schon oben bemerkt, in den Gebrauch gekommen. Hyrtl, welchem unter den Lebenden in diesem Gebiete die grösste Erfahrung zu Gebote steht, berichtet uns, dass die ersteren bei den Injektionen drüsiger Organe und aller Kapillargefässe grösseren Durchmessers vortreffliche Dienste leisten, dagegen an anderen Körperstellen, z. B. bei Erfüllung der subserösen Blutgefässe oder der Schleimhäute der Luftröhre, des Oesophagus, des Magens, des Perichondrium, des Knochenmarkes und des Hodens im Stiche lassen. Ueberhaupt sei es ein Irrthum zu glauben, dass eine bestimmte Injektionsmasse für alle Organe die gleiche Brauchbarkeit besitzen werde.

Eine Harzmasse stellt der Wiener Anatom in folgender Weise dar: Er verdampft reinsten Kopal- oder Mastixfirniss bis zur Syrupkonsistenz und versetzt ihn alsdann ungefähr mit dem achten Theile Zinnober, welcher mit jenem Firnisse auf einem Reibstein sorgfältig verrieben ist. Ein sehr geringer Zusatz von Jungfernwachs wird, um der Masse mehr Konsistenz zu verleihen, noch benutzt.

Ich habe vor einiger Zeit mich einer derartigen Masse versuchsweise bedient und gesehen, wie bei einiger Uebung ganz hübsche Objekte gewonnen werden können, wenn es sich anders nicht um feinere histologische Studien, sondern um getrocknete, für schwächere Vergrösserungen verwendbare Präparate handelt.

Jeder, der die feinere Struktur eines zu injizirenden Organes untersuchen will, wende sich darum zum Leim. Schon der niedere Temperaturgrad, welcher eine Leiminjektion gestattet, dagegen die Harzinjektion noch nicht ermöglicht, ist ein nicht hoch genug zu schätzender Vorzug. Mit vollem Rechte sind deshalb die Leimmassen von den Histologen zu ihren Injektionen vorzugsweise benutzt worden (wie schon auch in älterer Zeit Sömmerring und Döllinger Treffliches mit denselben leisteten). Das nachherige Trocknen bei der gewöhnlichen älteren Aufbewahrungsweise bringt allerdings durch den Wasserverlust als Uebelstand ein gewisses Schrumpfen der erfüllten Röhren herbei, so dass derartige Objekte oft-

mals nicht das volle pralle Ansehen der Harzpräparate darbieten. Indessen die viel grössere Leichtigkeit, mit welcher die wässrige Leimlösung die von Wasser befeuchteten Gefässwandungen durchdringt, ist ein Vortheil, welcher namentlich bei Organen mit engen Haargefässen durch keine andere erstarrende Masse gewonnen werden kann, und überdiess lässt sich jenes Schrumpfen bei vorsichtigem Einschlusse beträchtlich beschränken.

Um sich nun, abgesehen von den Farbestoffen, eine derartige Leimlösung zu bereiten und sie später wieder zu benutzen, sind einige Vorsichtsmaassregeln nothwendig.

Hausenblase als ein relativ reiner Leim ist mehrfach gebraucht worden. Nöthig ist sie in keiner Weise, wie denn ihr hoher Preis und ein langsames Festwerden beim Erkalten als Uebelstände bezeichnet werden müssen. In neuerer Zeit habe ich die dünnen, transparenten Leimtafeln benützt, welche als Gélatine de Paris im Handel sich befinden, freilich ebenfalls nicht zu einer billigen Masse gezählt werden dürfen.

Zur Auflösung empfiehlt sich am meisten folgendes Verfahren:

Die zerkleinerten Leimtafeln werden mit destillirtem oder Regenwasser einige Stunden lang eingeweicht und dann nach dem Abgiessen des Wassers mit einer neuen Quantität desselben versetzt in einem Wasserbade, niemals aber über freiem Feuer gelöst und die Lösung durch Flanell in eine Porzellanschale filtrirt. Mit jener wird in der Wärme der zu benützende Farbestoff verbunden, worüber weiter unten die nothwendigen Vorschriften folgen. Wie konsistent die Leimsolution zu wählen sei, richtet sich nach den einzelnen Umständen. Trägt man einen abgeriebenen, körnigen Farbestoff in Form eines dicken Breies ein, so genügt eine dünnflüssigere Leimmasse. Präzipitirt man erst durch Zusammengiessen von zweierlei Substanzlösungen in der Injektionsmasse den Farbestoff, so muss eine saturirte Leimmasse benützt werden. Bei einiger Uebung lernt man bald den richtigen Grad treffen. Sehr zweckmässig ist oftmals die Beigabe einer geringeren oder grösseren Glycerinmenge.

Bei der Benützung einer derartigen Masse wird die Erwärmung in derselben Weise vorgenommen. Einige Male rasch nach einander kann dasselbe Schälchen zur Verwendung kommen. Lange, ohne zu schimmeln oder überhaupt die so nothwendige frühere homogene Beschaffenheit zu bewahren, konservirt sich ohne Vorsichtsmaassregeln eine solche Masse aber nicht, so dass man in die unangenehme, zeitraubende Nothwendigkeit versetzt wird, derartige Leimlösungen oft neu bereiten zu müssen*).

Ueber die weitere Behandlung der mit Leim injizirten Theile vergl. man das Ende dieses Abschnittes.

Farbestoffe können der Leimmasse ganz gut recht verschiedenartige zugesetzt werden, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Die Anwendung in der Kälte erstarrender Injektionsgemische hat, wie bemerkt, immer etwas Zeitraubendes und erfordert mancherlei Vorrichtungen. Es musste deshalb von grossem Werthe erscheinen, kaltflüssige Massen aufzufinden, die jeden Augenblick benützt werden können. Solche Gemische hat man dann mehrere im Laufe der Zeiten erfunden und empfohlen.

Zuerst gedenken wir hier eines von dem englischen Histologen Bowman geübten Verfahrens, welches allerdings momentan angewendet werden kann, jedoch weniger dazu dient, eine gute Injektion zu liefern, als vielmehr farbige Blutbahnen eines Organes für die mikroskopische Untersuchung sichtbar zu machen. Es besteht diese Methode darin, nach einander durch denselben Gefässbezirk zwei Salzlösungen durchzutreiben, welche ein lebhaft gefärbtes Präzipitat liefern. Bowman bediente sich hierzu des essigsauren Bleioxyd und des chromsauren Kali. Ein

*) Neuere Vorschriften von Thiersch u. A. folgen weiter unten (S. 107).

paar Versuche, welche ich einstmals damit vornahm, ergaben eine genügende Ansicht des Gefässverlaufes. Schön fällt aber ein derartiges Präparat in keiner Weise aus.

Hyrtl benützt, wie er uns in seiner Zergliederungskunst berichtet, ebenfalls zu kaltflüssiger Injektion die schon früher angegebene harzige Masse, welcher er durch Zusatz von etwas Wachs und Mennige die Härte einer gewöhnlichen groben Injektionsmasse verleiht. Von derselben zerreibt er in einer Schale unter Zusatz von Aether ein Stück bis zur Syrupkonsistenz. Ihm setzt er alsdann, und zwar in dem ungefähren Verhältnisse von 8:1, den Farbestoff zu und verreibt das Ganze wiederum mit Aether, so dass das Gemisch vollkommen flüssig geworden ist. Hyrtl rühmt von dieser Methode die Leichtigkeit und Bequemlichkeit der Handhabung. Schon in einer Viertelstunde ist durch die Verdunstung des Aethers das injizirte Organ zur Untersuchung brauchbar.

Nach den Empfehlungen Beale's habe ich seit längeren Jahren für die Erfüllung kleiner Gefässbezirke den ausgedehntesten Gebrauch von einem Gemische von Glycerin, Wasser und Alkohol gemacht. An bequemem Eindringen übertrifft diese Mischung Alles, was ich kenne; ebenso affizirt sie das Gewebe weniger als irgend eine andere der üblichen Massen. Indem keine Zersetzung und Veränderung des Gemisches eintritt, kann dieselbe beliebig lange Zeit hindurch aufbewahrt werden. Sie ist recht eigentlich die Injektionsmasse des Histologen und liefert bei feuchter Aufstellung der Präparate die reizendsten Bilder. Indessen auch ein trockner Einschluss mittelst eines eigenthümlich präparirten Kanadabalsams hat mir ganz leidliche Ergebnisse geliefert. Doch sind zu den letztern Präparaten Leimmassen vorzuziehen, welche denn auch ihrer Konsistenz halber bei der Injektion grösserer Organe nicht entbehrt werden können.

Nachdem wir so in dem eben Erörterten die zur Zeit üblichen Injektionsmassen kennen gelernt haben, gehen wir nunmehr zu den Farbestoffen, welche hierbei benützt werden können, über. Man kann sie trennen in körnige, nur eine Betrachtung bei auffallendem Lichte gestattende, und in transparente, zur gewöhnlichen histologischen Untersuchung geeignete Farbesubstanzen. Die Reihe der ersteren ist sehr gross, wie denn auch die älteren Injektionen nur mit ihnen angestellt worden sind. Viel geringer dagegen ist die Zahl der letzteren; zur Zeit nur aus wenigen Farbestoffen bestehend.

Verwendet man Harzmassen, so kann man in bequemster Weise die in dünnwandigen Bleiröhren käuflichen feinsten Farben der Oelmalerei verwenden, ein Verfahren, dessen sich Hyrtl bedient. Unter diesen »Colours in Tubes« empfiehlt uns der Wiener Forscher für Roth Chinese Vermilion, für Gelb Orange Chrom Yellow, für Grün Emerald Green und Verdigris, für Weiss Nottingham White und Cremnitz White, für Blau ein Gemisch, welches er sich von der letzteren weissen Farbe und Prussian Blue bereitet.

Diese Farben sind zwar theuer, dafür aber auch von einer Feinheit, wie man sich selbst keine herstellen kann. Sie müssen deshalb für opake Injektionen als ersten Ranges bezeichnet werden.

Benützt man als erstarrende Substanz den Leim, so pflegt man rothe, gelbe und weisse Massen als die üblichsten anzuwenden.

a) Rothe Masse. Zinnober.

Hier verwendet man am gewöhnlichsten den Zinnober. Eine feine Sorte desselben wird, mit kleinen Quantitäten beginnend, in einer Reibeschale unter allmählichem Zusatze von Wasser möglichst sorgfältig verrieben und so fortgefahren. Zur Erhöhung des Kolorits kann man ein wenig Karmin mit verreiben. Dann trägt man in die warme Leimsolution unter sorgsamem Umrühren den Farbestoff nach und nach ein. Im Allgemeinen pflegen Anfänger hier vielfach darin zu fehlen, dass sie zu wenig Zinnober verwenden und so eine Injektionsmasse er-

halten, wo getrennte, zerstreute Farbekörnchen in den Gefässen später erscheinen. Eine gute Zinnoberinjektion muss vielmehr ein zusammenhängendes, korallenartiges Roth ergeben. Der Zinnober bei seiner bedeutenden Schwere hat die unangenehme Eigenschaft, sich am Boden der Leimsolution anzusammeln, so dass ein Umrühren vor der Benutzung der Masse erforderlich wird.

Alle übrigen opaken Farbestoffe verwende man nicht in Form des käuflichen Präparates, wenn man nicht anders ihr Zerreiben einem Farbereiber von Profession überweisen kann, da man nicht die erforderliche Feinheit des Korns zu erreichen im Stande ist. Man stelle sie vielmehr erst durch vorsichtige Präzipitation aus verdünnten Lösungen dar.

b) Gelbe Farbe. Chromgelb.

Ich halte diesen Farbestoff für den besten und am leichtesten zu handhabenden unter allen opaken. Man kann, um ein gutes Chromgelb zu gewinnen, 36 Gewichtstheile Bleizucker in 60 Kcm. Wasser lösen, ebenso in einer gleichen Menge Flüssigkeit 15 Theile rothes, chromsaures Kali. Durch sorgfältiges Vermischen, am besten in einem hohlen Glaszylinder, gewinnt man ein sehr feinkörniges, chromsaures Bleioxyd, welches allmählich am Boden des Gefässes sich absetzt. Dieses wird mit destillirtem Wasser ausgewaschen und dann als dicker Schlamm in die erwärmte Leimsolution eingetragen.

Harting giebt folgende (gleichfalls von mir zweckmässig befundene) Vorschrift:

125 Grms essigsaures Bleioxyd oder Bleizucker werden in so viel Wasser gelöst, dass das Ganze ein Volumen von 480 Grms erhält.

65,5 Grms doppelchromsaures Kali werden in so viel Wasser gelöst, dass das Ganze das Volumen von 960 Grms Wasser erreicht. Zum Anfertigen der Injektion nimmt man ein Maasstheil der Bleizuckerlösung, 2 Maasstheile der Solution des chromsauren Kali und ebenso 2 Volumtheile einer saturirten Leimlösung. Man präzipitirt zunächst in einem besondern Gefässe das Chromgelb und setzt es später dem Leime zu. Allzulang soll das präzipitirte Chromgelb nicht stehen bleiben, da es sich sonst durch Zusammenballen der Farbenmoleküle grobkörnig gestaltet.

c) Weisse Farbe. Kohlensaures Bleioxyd. Zinkweiss. Schwefelsaurer Baryt.

Eine brauchbare weisse Masse lässt sich nur schwer erhalten, indem die meisten viel zu grobkörnig auszufallen pflegen. Harting, welcher eine Reihe von Versuchen darüber angestellt, giebt uns die nachfolgende Vorschrift zur Herstellung eines brauchbaren kohlensauren Bleioxyd:

125 Grms essigsaures Bleioxyd werden in Wasser gelöst, dass das Ganze dem Volumen von 480 Grms entspricht.

95,5 Grms kohlensaures Natron werden in Wasser gelöst und das Ganze ebenfalls auf 480 Grms gebracht.

Zur Injektionsmasse nimmt man ein Maasstheil der ersten Solution, ebenso von der zweiten und vereinigt sie mit 2 Theilen Leimlösung. Harting bemerkt von dieser Lösung, dass sie besser durch die Gefässe dringe, als ein am Leim gebundenes Bleiweiss.

Leidliche Injektionen habe ich früher durch ein fein zerriebenes Zinkweiss erhalten. Seit Jahren wurde der Farbestoff jedoch von mir nicht mehr benützt.

Als ein sehr feines, wenn auch nicht in voller Farbeneinheit auftretendes Weiss empfehle ich den schwefelsauren Baryt, von welchem ich vor Jahren den ausgedehntesten Gebrauch machte, und welchen ich selbst, wenn es sich um feines Korn und davon bedingte Leichtigkeit der Einfüllung handelt, noch dem Chromgelb vorziehen möchte, obgleich die Präparate weniger schön sich ausnehmen.

Ich bediene mich folgenden Verfahrens. Aus einer kalt gesättigten Lösung von etwa 120—180 Grms Chlorbaryum wird in einem Glaszylinder durch sorgsamen Zusatz von Schwefelsäure das betreffende Salz ausgefüllt, dann nach längerem

Stehen fast das Ganze der wieder klar gewordenen Flüssigkeit abgegossen und der Rest mit dem am Boden abgesetzten schwefelsauren Baryt, in Form eines dicken Schlammes, etwa dem gleichen Volumen konzentrirter Leimsolution zugesetzt.

d) Chlorsilber.

Teichmann in seinem ausgezeichneten Werke berichtet uns von einer neuen, recht zweckmässigen, freilich theueren Injektionsmasse, dem Chlorsilber. Er rühmt von demselben, dass es in einzelnen Fällen ausgezeichnete Dienste leiste und dass seine Moleküle eine sehr beträchtliche Feinheit, zuweilen gleich denen des Chylus, besässen. Unangenehm ist das Schwarzwerden der Masse durch die Einwirkung des Lichtes und des Schwefelwasserstoffes. Dagegen ist gleich dem schwefelsauren Baryt die Verbindung eine so feste, dass bei Reagentienanwendung keine Zersetzung eintritt, man in Chromsäure etc. die Objekte bewahren kann.

Man verbinde 3 Theile des Höllensteins gelöst mit der Leimsolution und trage dann 1 Theil Kochsalz in Lösung ein.

Bedeutend höher als jene körnigen Substanzen stehen transparente Farbestoffe, d. h. solche von so feinem Korn, dass auch bei starken Vergrösserungen das injizirte Gefäss noch eine homogene Färbung erkennen lässt. Derartige Einspritzungen empfehlen sich ganz besonders bei histologischen Untersuchungen, indem nur bei dieser Füllung die Erkenntniss der übrigen Strukturverhältnisse möglich wird, während eine vollständige Injektion opaker Massen den feineren Bau des Organes mehr oder weniger verdeckt. Jeder, welcher sie einige Mal mit Glück zubereitet angewandt hat, wird deshalb für die meisten Zwecke den körnigen Farbestoffen den Abschied geben und sich jenen zuwenden. Der Vorwurf des Transsudirens, welchen man hier und da derartigen Farben macht, bezieht sich nur auf schlecht dargestellte, nicht aber auf gute transparente Stoffe. Leider ist die Zahl derselben zur Zeit noch eine sehr geringe. Bis vor wenigen Jahren war neben dem sogenannten transparenten Berliner Blau nur noch ein rother Farbestoff, nämlich das Karmin, bekannt. Professor Thiersch, welcher sich um das Injektionsverfahren so grosse Verdienste erworben, hat uns hinterher noch mit einem löslichen Gelb und Grün bereichert und ihre Zusammensetzung mir schon früher freundlichst mitgetheilt. Andere haben weitere Vorschriften in den letzten Jahren gegeben.

Wir besprechen zuerst die für Leiminjektionen geeigneten dieser Farbestoffe.

Unter dem transparenten Berliner Blau sind gegenwärtig eine Anzahl verschiedener Gemische bekannt. Von ihnen verdient die zweite Vorschrift wenig Empfehlung, da das Blau, namentlich bei Aufbewahrung der Präparate in Glycerin, ziemlich rasch erblasst. Besser ist dagegen der erste und vortrefflich der letzte Farbestoff.

1. Thiersch's Berliner Blau mit Oxalsäure.

Die Vorschrift lautet wie folgt:

Man bereite sich eine kalt gesättigte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul (*A*), eine gleiche von Kaliumeisencyanid, d. h. rothem Blutlaugensalz (*B*) und drittens eine gesättigte Solution der Oxalsäure (*C*). Endlich ist eine warme konzentrirtere (2 : 1) Lösung feineren Leims erforderlich. Man vermischt nun in einer Porzellanschale etwa 15 Grms der Leimlösung mit 6 Kcm. der Solution *A*. In einer zweiten (grösseren) Schale findet die Vereinigung von 30 Grms Leimlösung mit 12 Kcm. der Lösung *B* statt, wozu nachträglich noch 12 Kcm. der Oxalsäuresolution *C* kommen.

Ist die Masse in beiden Schalen auf circa 25—32° abgekühlt, so trägt man tropfenweise und unter beständigem Rühren den Inhalt der ersteren Schale zu dem Gemisch der letzteren ein. Nach vollständiger Fällung erhitzt man unter Um-

rühren eine Zeit lang die gebildete tief blaue Masse auf 70—100° C. und filtrirt schliesslich durch Flanell.

Die so gewonnene Injektionsmasse erhält sich Jahre lang in Kanadabalsam. Nach Wunsch kann ihr tiefes Kolorit durch etwas grössere Leimmengen leicht heller gewonnen werden.

2. Berliner Blau gelöst in Oxalsäure.

Man kann sich eines reinen Berliner Blau's, am besten eines solchen, welches man durch Präzipitation vorher dargestellt hat, bedienen und dieses mit der hinreichenden Menge Oxalsäure auflösen. Die Farbe ist allerdings eine sehr intensive, so dass man mit einer mässigen Menge eine Schale Leimsolution lebhaft blau zu färben vermag. Wie alle transparenten Farbestoffe dringt bei der unendlichen Feinheit des Kornes die betreffende Masse sehr leicht durch feine Kapillarbezirke.

Harting empfiehlt folgendes Verfahren (wobei die Menge der Oxalsäure zu gross erscheint):

1 Theil Berliner Blau, 1 Theil Oxalsäure, 12 Theile Wasser und 12 Theile konzentrirter Leimlösung. Zuerst zerreibt man die Oxalsäure in einem Mörser und setzt dann das Berliner Blau zu. Hierauf fügt man langsam das Wasser unter beständigem Reiben hinzu, und zuletzt bringt man die blaue Flüssigkeit in den Leim.

3. Berliner Blau aus schwefelsaurem Eisenoxyd und Kaliumeisencyanür.

Es ist diese zuerst von Schröder van der Kolk benutzte, später von Harting empfohlene Farbe eine gute, wenn auch ihre Darstellung etwas mehr Zeit erfordert. Sie ist äusserst feinkörnig und dringt in Folge dessen sehr leicht ein. Doch haben in der letzten Zeit ältere Injektionspräparate meiner Sammlung ein bedenkliches Verblassen erlitten, so dass ich das sogenannte lösliche Berliner Blau vorziehen muss.

Ich habe genau nach der Harting'schen Vorschrift diese Masse benützt.

94 Grms schwefelsaures Eisenoxydul werden in 600—750 Kcm. Wasser gelöst und dann bei mässiger Wärme unter Zusatz von 18 Grms Schwefelsäure von 1,85 spez. Gew. und unter Zufügung der erforderlichen Menge Salpetersäure in das Oxydsalz umgewandelt; dann aber bringt man noch so viel Wasser hinzu, dass das Ganze das Volumen von 1200 Grms Flüssigkeit erreicht.

115 Grms Kaliumeisencyanür (gelbes Blutlaugensalz) werden in Wasser gelöst und das Ganze auf 2400 Grms Wasser gebracht.

Man verwendet 1 Maasstheil der Eisenoxydlösung, 2 Maasstheile der Lösung des gelben Blutlaugensalzes und ebenfalls 2 Theile der Leimsolution.

Um hier ein Zusammenklumpen und Zähwerden des Leimes zu vermeiden, empfehle ich folgende Methode. Man verbindet mit der heissen Leimlösung die gleichfalls erwärmte Solution des Kaliumeisencyanür. Dann erst trägt man unter beständigem Umrühren tropfenweise die Lösung des schwefelsauren Eisenoxyd ein und filtrirt schliesslich durch Flanell.

4. Lösliches Berliner Blau.

Man erhält dieses bekanntlich, indem man in den Ueberschuss einer Lösung von Kaliumeisencyanür eine Solution von Eisenchlorid oder eines andern Oxydsalzes einträgt. Das Präzipitat wird auf einem Filter gesammelt und nach dem Abtropfen der Flüssigkeit noch mit etwas destillirtem Wasser gewaschen, bis (nach Fortschaffung des noch in Lösung gewesenen Salzes) ein blaues Filtrat zu erscheinen beginnt. Die so erhaltene blaue Masse zertheilt sich dann so fein im Wasser, dass der Eindruck einer Lösung entsteht.

Brücke hat vor einigen Jahren zur Gewinnung eines derartigen löslichen Berliner Blau's die nachfolgende Vorschrift empfohlen:

Man richte eine Lösung von Kaliumeisencyanür her, wo auf ein Litre Wasser 13,6 Grms kommen, und bereite sich eine zweite Solution, in welcher man 1 Theil käuflichen Eisenchlorid in 10 Gewichtstheilen Wasser löst. Von beiden Lösungen benützt man gleiche Volumina und fügt jedem derselben das doppelte Volumen einer kalt gesättigten Solution des schwefelsauren Natron zu. Nun trägt man vorsichtig und unter beständigem Rühren das Eisenchlorid in die erste Mischung ein.

Schnitte in dieser Weise injizirter Organe erscheinen oftmals farblos, nehmen aber hinterher das blaue Kolorit in Terpentinöl an.

Als transparentes Roth steht unübertroffen eine gute Karminmasse dar. Allerdings erfordert diese Subsanz eine sorgfältigere Zubereitung und ist bei nicht ganz richtiger Darstellung völlig unbrauchbar, indem sie überall transsudirt.

5. Gerlach'sche Karminmasse.

Herr Professor Gerlach, der Erfinder der Karmininjektion, hatte die Güte, mir die Zusammensetzung der von ihm benützten Masse mitzutheilen und die Veröffentlichung zu gestatten.

5 Grms möglichst feinen Karmin werden mit 4 Grms Wasser und $^1/_2$ Grm. Aetzammoniak gelöst. Das Gemisch bleibt mehrere Tage lang nicht luftdicht verschlossen stehen und wird dann mit einer Solution feiner, weisser französischer Gelatine zusammengebracht. Diese enthält 6 Grms Gelatine auf 8 Grms Wasser. Dann fügt man einige Tropfen Essigsäure hinzu und injizirt die Masse bei einer Erwärmung von 40—45° C.

Ich habe seit längerer Zeit von Karminmassen den ausgedehntesten Gebrauch gemacht und empfehle nach mancherlei Versuchen das folgende Verfahren.

Man halte sich eine Ammoniaklösung und eine solche der Essigsäure, von welchen man die zur Neutralisation erforderlichen Tropfenzahlen in leichter Weise vorher bestimmt hat.

Etwa 2—2,5 Grms feinster Karmin werden mit einer abgezählten Tropfenmenge der Ammoniaklösung (welche man nach Belieben grösser oder geringer nehmen kann) und etwa 15 Kcm. destillirtem Wasser in einer Schale unter Reiben gelöst und filtrirt, wozu einige Stunden erforderlich sind, und wobei durch Verflüchtigung ein Ammoniakverlust erfolgt.

In eine filtrirte, mässig erwärmte, konzentrirtere Lösung feinen Leimes wird die ammoniakalische Karminsolution unter Umrühren eingetragen, etwas auf dem Wasserbade erwärmt und darauf die zur Neutralisation der ursprünglich benutzten Ammoniaklösung erforderliche Tropfenzahl langsam und unter beständigem Umrühren hinzugegeben. Man erhält so die Ausfällung des Karmin in saurer Leimlösung. Beabsichtigt man stärker alkalisch reagirende Organe (z. B. bei älteren menschlichen Leichen) zu injiziren, so kann man den Säuregehalt durch einige weitere Tropfen Essigsäure verstärken. Je nachdem man tiefere oder hellere Töne des Roths wünscht, ist die Leimmenge kleiner oder grösser zu nehmen.

Hat man (was von grösster Wichtigkeit) eine gute Karminsorte, so wird man bei Benützung dieses einfachen Verfahrens und bei Vermeidung einer etwa 45° C. übersteigenden Temperatur während der Injektion niemals einen Unfall erleben.

Will man rascher zu einem leidlichen Ziele kommen, so löse man Karmin in Ammoniak völlig auf, setze den Farbestoff der heissen Gelatine zu, fälle durch Essigsäure und filtrire das Ganze erst hinterher durch Flanell.

Zur Konservirung einer solchen Masse — und auch anderer gelatinirender Injektionsgemische, möchten wir beifügen — empfiehlt uns Thiersch die nachfolgende Vorsichtsmaassregel:

Man füge dem Lösungswasser der Gelatine schwefelsaures Chinin zu, und zwar 0,25 Grm. auf 60 Grms trocknen Leims und koche ausserdem Kampher-

stückchen darin, setze ferner der fertigen Injektionsmasse einige weitere Kampherstückchen zu und lege zuletzt auf das erstarrte Injektionsgemisch noch einige der letzteren. So kann man, selbst in der Sommerhitze, Schimmelbildung und Zersetzung verhüten. Ich habe in letzterer Zeit als Lösungsmittel der Gelatine eine Solution der Karbolsäure in destillirtem Wasser vortheilhaft verwendet und glaube auch sie empfehlen zu dürfen.

6. Transparentes Gelb von Thiersch.

Dieses schöne Gelb, dessen gute Zubereitung aber einige Sorgfalt erfordert, wird in nachfolgender Weise gewonnen.

Man bereitet sich eine wässerige Lösung von einfach chromsaurem Kali in dem Verhältnisse von 1 : 11 (*A*) und zweitens eine gleich starke Lösung des salpetersauren Bleioxyd (*B*).

In einer Schale verbindet man 1 Theil der Lösung *A* mit 4 Theilen einer konzentrirteren Leimsolution (etwa 20 Kcm. auf 80). In einer zweiten Schale werden 2 Theile der Solution des Bleisalzes (*B*) mit 4 Theilen Leim vereinigt (etwa 40 Kcm. auf 80).

Dann vermischt man bei einer Temperatur von etwa 25—32° C. langsam und vorsichtig, sowie unter beständigem Umrühren den Inhalt beider Schalen mit einander und erhitzt längere Zeit ($^1/_2$ Stunde und mehr) zu etwa 70—100° C. auf dem Wasserbad. Endlich wird durch Flanell filtrirt.

Nach einigem Stehen erfordert eine Schale derartiger gelber Masse gewöhnlich ein abermaliges längeres Kochen und Filtration, um wieder brauchbar zu sein. Für manche Zwecke habe ich die Solutionen *A* und *B* in doppelter Menge mit Vortheil benützt.

7. Transparentes Gelb von Hoyer.

Als ein Gelb von feinster Vertheilung, welches in feineren Gefässen ebenfalls durchsichtig erscheint und ein lebhafteres Kolorit besitzt, empfiehlt uns Hoyer die nachfolgende Masse.

Gleiche Theile einer Leimlösung, einer konzentrirten Solution des doppeltchromsauren Kali und endlich einer gleichen des Bleizuckers (des neutralen essigsauren Bleioxyd) werden so mit einander vereinigt, dass man die Lösungen des Leims und die des chromsauren Kali verbindet und bis gegen den Siedepunkt erhitzt. In sie trägt man dann vorsichtig die gleichfalls erwärmte Bleizuckerlösung ein.

8. Robin's gelbe Masse.

Er empfiehlt eine gesättigte Lösung des schwefelsauren Kadmiumoxyd 40 Kcm. mit 50 Kcm. Glycerin; dann eine konzentrirte Solution des Schwefelnatrium 30 Kcm. mit 50 Kcm. Glycerin. Beide Flüssigkeiten werden unter Umschütteln vorsichtig verbunden und mit Leim im Verhältnisse von 1 : 3 versetzt. Die Farbe ist sehr schön, aber grobkörnig.

9. Transparentes Grün nach Thiersch.

Gleiche Menge der von Thiersch benützten blauen Leimlösung und der unter 6 besprochenen gelben, vorsichtig gemischt, längere Zeit erhitzt und dann filtrirt, geben ein schönes und gelbes Grün.

10. Robin's Grün.

Man nimmt 80 Kcm. einer konzentrirten Lösung des arsenigsauren Kali mit 50 Theilen Glycerin. Eine zweite Flüssigkeit besteht aus 40 Kcm. einer gesättigten Lösung des schwefelsauren Kupferoxyd verbunden mit 50 Kcm. Glycerin. Man vereinigt und setzt einen Theil der grünen Substanz 3 Theilen Leim zu.

Indessen manche transparente Farbestoffe sind für gewisse Injektionszwecke einer noch zweckmässigeren Verwendung fähig als gebunden an Leim. Man vereinigt sie mit einem eigenthümlichen kaltflüssigen Gemisch und gewinnt so die besten der für histologische Untersuchungen bisher bekannten Injektionsmassen.

Da wir vielfach Gebrauch von ihnen gemacht haben, folgen die benützten Kompositionen.

1. Beale'sches gewöhnliches Blau.

95 Centigrms Kaliumeisencyanür werden in einem Kolben mit 30 Kcm. destillirtem Wasser gelöst. 2—2,5 Grms der englischen Eisenchloridtinktur mit weiteren 30 Kcm. verdünnt. Diese Tincture of sesquichloride of iron lässt man sich am zweckmässigsten in einer besseren Apotheke genau nach der britischen Vorschrift zubereiten und reicht damit lange Zeit aus. — Man trägt die letztere Flüssigkeit tropfenweise unter starkem Schütteln in die erstere ein. Man bereitet dann sich ein Gemisch von Wasser 60 Grms, Glycerin 30 Grms, gewöhnlichem (Aethyl-) Alkohol 30 Grms und Methylalkohol 5,5 Grms*). Dieses Gemisch wird vorsichtig der blauen Farbe unter starkem Schütteln des Kolbens zugefügt und die reizend blaue Injektionsmasse ist fertig.

2. Beale's feinstes Blau.

In neuerer Zeit hat Beale eine modifizirte Vorschrift zur Bereitung einer kaltflüssigen blauen Injektionsmasse uns gegeben, welche, gut zubereitet, alle anderen mir bekannten an Feinheit übertrifft, so dass nach wochenlangem ruhigem Stehen das Bild einer blauen Lösung unverändert bleibt und sich nicht der mindeste Bodensatz bildet. Ich bereite sie unter einer Modifikation in folgender Weise:

10 Tropfen der erwähnten Eisenchloridtinktur werden in einem Kölbchen mit 15 Grms gutem Glycerin verbunden, 18 Centigrms Kaliumeisencyanür in einer kleinen Quantität Wasser gelöst mit weiteren 15 Kcm. Glycerin in einem zweiten Kölbchen vereinigt. Man vermischt dann beide Lösungen sehr vorsichtig unter starkem Schütteln und fügt endlich noch 15 Kcm. Wasser mit 3 Tropfen starker Salzsäure bei.

3. Richardson'sches Blau.

B. Will. Richardson (Quart. Journ. of Micr. science, Vol. 8. p. 271) empfiehlt eine andere Komposition:

62 Centigrms reines, schwefelsaures Eisenoxydul werden in 30 Kcm. destillirtem Wasser gelöst, 2 Grms Kaliumeisencyanid in weiteren 30 Kcm. Man trägt, wie bei dem Beale'schen Blau, unter starkem Schütteln langsam und allmählich das schwefelsaure Eisenoxydul in das rothe Blutlaugensalz ein. Es entsteht ein schönes, grünlich schimmerndes Blau, an welchem man ebenso wenig als bei der Beale'schen Masse mit unbewaffnetem Auge ein Korn zu sehen vermag. Dann fügt man wiederum vorsichtig und beständig schüttelnd das bei No. 1 erwähnte Gemisch aus Wasser, Glycerin und den beiden Alkoholen zu.

4. Müller's Blau.

W. Müller bereitet sich in einfacher Weise eine kaltflüssige blaue Masse durch das Ausfällen einer konzentrirten Solution des so enannten löslichen Berliner Blau's mit 90% Alkohol. Der Farbestoff fällt hierbei in äusserster Feinheit aus, und man erhält eine vollkommen neutrale Flüssigkeit.

*) Der Methylalkohol in dieser und der dritten Formel ist übrigens eine überflüssige Beigabe und demgemäss wegzulassen.

5. Beale'sches Karmin.

31 Centigrms Karmin werden mit etwas Wasser verbunden, dann durch 5 bis 6 Tropfen starker Ammoniakflüssigkeit gelöst und die Lösung mit 15 Grms Glycerin unter Schütteln verdünnt. Andere 15 Grms Glycerin werden mit 8—10 Tropfen konzentrirter (Salz- oder) Essigsäure angesäuert und der Karminlösung unter starkem Umschütteln langsam und allmählich zugesetzt. So fällt das Karmin höchst feinkörnig aus, und das Ganze nimmt die hellere (arteriell rothe) Färbung an. Zur Verdünnung dient ein Gemisch, bestehend aus 15 Grms Glycerin, 7,5 Grms gewöhnlichem Alkohol und 22,5 Kcm. Wasser.

6. Weisse Masse.

Da ich für kaltflüssige Injektionen einen dritten transparenten Farbestoff bisher nicht auffinden konnte, bediente ich mich einer opaken Masse, des schwefelsauren Baryt. Die Masse ist, wie bemerkt, höchst feinkörnig und gestattet eine Verbindung mit einem Blau, wenn man Arterien und Venen besonders injiziren will. Ich benütze das folgende Verfahren:

Aus einer kalt gesättigten Lösung von etwa 120 Grms Chlorbaryum wird wiederum durch Zuträpfeln von Schwefelsäure das Salz ausgefällt. Nach längerem (12- bis 24stündigem) Stehen in einem hohen Glaszylinder hat sich dieses an dem Boden des Gefässes abgesetzt. Man giesst nun ungefähr die Hälfte der wieder klar gewordenen Flüssigkeit ab und verbindet den Rest, wohl aufgeschüttelt, mit einem Gemisch von je 30 Grms Alkohol und Glycerin.

Die betreffenden Massen*) — wir wiederholen es — sind durch grosses Durchdringungsvermögen ausgezeichnet, so dass wir sie bei Injektionen von Lymphbahnen und Drüsenkanälen allen Leimsubstanzen vorziehen. Ebenso haben sie darin, dass sie Monate lang ohne Veränderung aufbewahrt werden können, dass sie somit augenblicklich zur Hand sind, einen ausserordentlichen Vorzug. Man bewahrt sie in kleinen Flaschen mit gut schliessenden Glasstöpseln auf, giebt bei der Injektion in ein Porzellanschälchen die erforderliche Menge, und Alles ist zur Einspritzung vorbereitet**).

7. Höllensteinlösung.

Man hat seit einigen Jahren, um die Gefässzellen sichtbar zu machen, eine Lösung des salpetersauren Silberoxyd zu Injektionen verwendet. Man lässt das Thier durch Verblutung absterben, spritzt den Höllenstein (0,25, 0,5—1%) ein und sendet ihm nach ein paar Minuten alsbald einen Strom Wasser nach. Oder

*) W. Müller in seiner trefflichen Monographie der Milz erwähnt noch einer braunrothen kaltflüssigen Masse, welche durch Fällung einer Lösung von chromsaurem Kupferoxyd mit Kaliumeisencyanür erhalten wird. Man erhält chromsaures Kupferoxyd durch Digeriren äquivalenter Mengen von schwefelsaurem Kupferoxyd und chromsaurem Kali und Auswaschen des braunen Niederschlages. Letzterer löst sich in überschüssiger Chromsäure leicht auf und kann durch Kaliumeisencyanür aus der verdünnten Lösung in Gestalt eines braunrothen, äusserst feinen Sedimentes von Ferrocyankupfer gefällt werden, das sich ohne weiteren Zusatz unmittelbar mit der entstandenen Lösung von doppeltchromsaurem Kali einspritzen lässt und so zugleich das Erhärtungsmittel des Gewebes gewährt.

**) Ich habe in neuerer Zeit bei Injektionen von Drüsengängen, Harnkanälchen und Gallennetzen, ebenso von Lymphbahnen mit Vortheil lösliches Berliner Blau, einfach mit Wasser bereitet, benützt. 62 Centigrms schwefelsaures Eisenoxydul, gelöst in 30 Kcm. Wasser, 2 Grms rothes Blutlaugensalz in weiteren 30 Kcm. und beide in vorsichtiger Weise vereinigt (s. oben), geben eine gute Flüssigkeit. Sind die zu füllenden Gänge sehr fein, so nehme man die doppelte Menge beider Salze auf je 30 Kcm. Wenn man will, so kann man Glycerin beifügen. Ein brauchbares rothes Gemisch ist das von Kollmann empfohlene. 1 Grm. Karmin wird in wenig Wasser mit 15—20 Tropfen konzentrirten Ammoniak gelöst und mit 20 Kcm. Glycerin verdünnt. Weitere 20 Kcm. Glycerin werden mit 18—20 Tropfen starker Salzsäure versetzt und der Karminlösung vorsichtig unter starkem Schütteln zugefügt. Zur Verdünnung giebt man nachträglich etwa 40 Kcm. Wasser bei.

man verwendet ein Gemisch einer Gelatine- und Höllensteinlösung, um pralle Füllung zu erhalten. Zerschnitten setzt man die Organe dem Licht aus und bringt dann zur Erhärtung in Alkohol. Mit dieser einfachen Methode erkennt man die ganze Gefässanordnung im Uebrigen in derselben Deutlichkeit, wie bei den üblichen Einspritzungen gefärbter Massen.

Nachdem wir die Injektionsmassen, sowie deren Zubereitung kennen gelernt haben, gehen wir nun zu den übrigen Apparaten und dem Akte des Injizirens selbst über. Jeder, welcher häufig das Verfahren anwendet, wird mit uns darin übereinstimmen, dass man mit sehr einfachen Einrichtungen hier ausreicht.

Ehe wir jedoch das wichtigste und am meisten geübte Injektionsverfahren, dasjenige mit der Spitzenämlich, erörtern, wird es nothwendig, vorher erst einiger anderen Methoden der Neuzeit zu gedenken, welche nach fremden und eigenen Erfahrungen leicht und mit Erfolg geübt werden können und zweifelsohne in der Folge zu manchen Erweiterungen unseres Wissens führen dürften, — wir meinen die Selbstinjektion des lebenden Thieres und die Füllung unter einem konstanten Druck.

Der Gedanke, dem lebendigen Thierkörper durch Oeffnen einer Vene eine bestimmte Menge Blut zu entnehmen und dieselbe durch eine unschädliche, stark gefärbte Flüssigkeit zu ersetzen, damit das sich zusammenziehende Herz bestimmte Gefässbezirke in schonenderer Weise erfülle, als es der menschlichen Hand möglich ist, liegt nahe genug.

Chrzonszczewsky hat uns vor einiger Zeit mit derartigen Methoden bekannt gemacht. Sie bestehen im Einführen wässriger Lösungen des karminsauren Ammoniak.

Man kann einem mittleren Kaninchen 10 Kcm. Blut aus der Jugularis entleeren und mit Vorsicht statt ihrer durch die weiter unten zu erörternde Injektionsspritze die gleiche Quantität Karminlösung ohne Nachtheil der Blutmasse zumischen. Ein erwachsenes Thier verträgt 15 Kcm., ein Hund mittlerer Grösse 25. Schon während des Eintreibens erkennt man die Röthung an passenden Lokalitäten der Aussenfläche. Unterbindet man dann rasch die grossen Gefässe, zuerst die Vene und dann die Aterie, so ergiebt sich eine physiologische Injektion der Blutbahn; Niere, Milz etc. können in dieser Weise mit Vortheil behandelt werden. — Indessen nicht allein von dem Gefässsystem, sondern auch vom Magen, Mastdarm, der Bauchhöhle aus, sowie bei Amphibien von den Lymphräumen lässt sich jene Karmininjektion erzielen.

Der Erfinder empfiehlt 7,5 Grms Karmin in 3,75 Grms Ammoniakflüssigkeit zu lösen und mit 30 Kcm. Wasser zu verdünnen. Natürlich ist jene Solution vor ihrer Anwendung zu filtriren. Zur körnigen Fixirung des Karmin legt man das Organ in absoluten angesäuerten Alkohol.

Aber noch in einer anderen Weise gewinnen solche Injektionen einen hohen Werth. Nicht allein jene Karminlösung, sondern auch eine kalt konzentrirte Solution des indigoschwefelsauren Natron werden rasch durch die Niere und die letztere auch nach grossen Dosen durch die Gallengänge ausgeschieden. Unterbindet man dem eben injizirten Kaninchen sogleich die Harnleiter und tödtet man das Thier nach $^3/_4$ bis 1 Stunde, so ist das gesammte System der Harnkanälchen mit dem Karmin erfüllt. Bei der Injektion der Gallengänge durch die blaue Flüssigkeit unterbleibt jenes Abbinden. In beiden Fällen aber wird es nothwendig, die Blutbahn nachträglich noch besonders auszuspritzen und den zurückgebliebenen ursprünglichen Farbestoff durch einen andern zu ersetzen. Die blau injizirten Organe kommen zunächst in eine konzentrirte Lösung des Chlorkalium und dann in absoluten Alkohol, wo sich der Farbestoff feinkörnig fixirt.

Die Injektion mittelst konstanten Druckes hat ebenfalls für manche Zwecke ihre grossen Vorzüge. Einmal lehrt sie uns die zur Füllung der einzelnen Bezirke der Blut- und Lymphbahn, sowie der Drüsenkanäle nothwendigen Druckgrössen

kennen, dann können wir neben recht hohem auch sehr niedrigen Druck anwenden, und endlich erlaubt sie mit äusserster Langsamkeit die Füllung vorzunehmen, was die ermüdende menschliche Hand verweigert.

Schöne Ergebnisse sind durch diese Methode für lymphatische Bahnen, sowie für Drüsengänge (Niere, Leber) gewonnen worden.

Man kann sich zu derartiger Erfüllung in einfacher Weise einer graduirten, nicht allzu engen Glasröhre bedienen (Fig. 80 *b*), die durch ein Gestell (*a*) gehalten wird. Dieser bindet man an dem unteren Ende fest eine Kautschukröhre (*c*) an und verschliesst deren untere Oeffnung durch das Einbinden einer mit einem Hahn verschliessbaren Metallröhre (Fig. 80 *d*, 81), welche in die Mündung der Kanüle

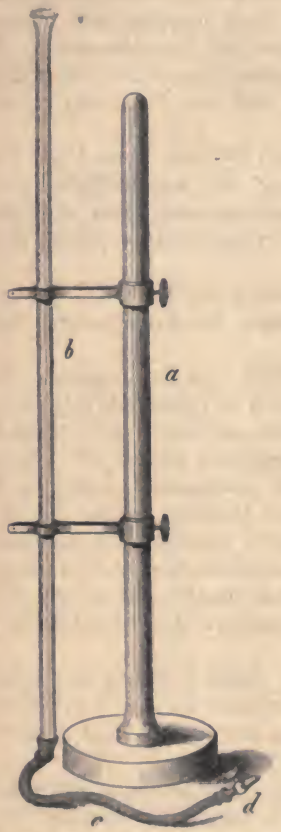


Fig. 80. Einfacher Injektionsapparat mit einer Glasröhre.

Fig. 81. Endröhrchen mit Hahn.

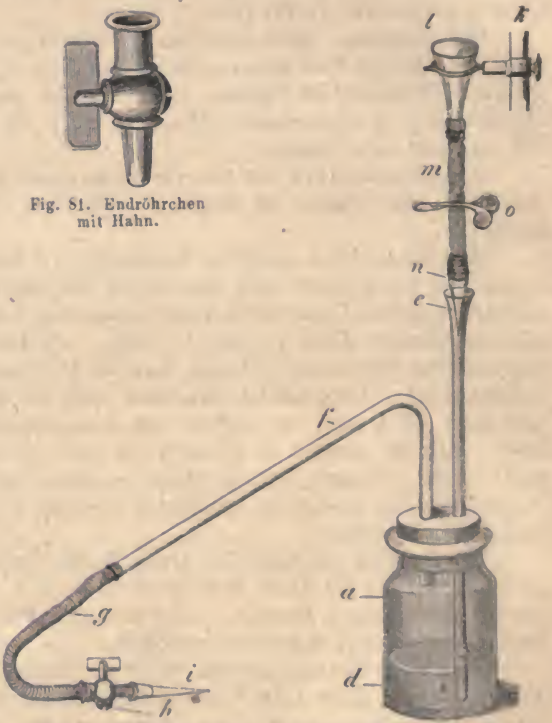


Fig. 82. Injektionsapparat mit einer Quecksilbersäule.

eines gewöhnlichen Injektionsapparates passt. Letztere wird nach der später zu gebenden Vorschrift in den Gang des zu injizirenden Organes eingebunden, dieses in die Nähe der senkrecht befestigten und vorher bis auf eine gewisse Höhe erfüllten Glasröhre gebracht und bei bequemer Lagerung die Oeffnung der bis dahin mit dem Hahn verschlossenen Endröhre in die Mündung der Kanäle vorsichtig, aber fest eingesetzt. Jetzt wird der Hahn geöffnet. Nach Bedürfniss erhält man die ursprüngliche Druckhöhe durch Nachgiessen oder steigt mit derselben. Man kann eine solche Vorrichtung viele Stunden, ja einen Tag sich selbst überlassen.

Will man die Druckkraft einer Quecksilbersäule anwenden, so empfiehlt sich der leicht herzustellende Apparat, welchen die beistehende Fig. 82 weit unter

halber Grösse uns zeigt. In eine Glasflasche (*a*), welche durch einen genau einpassenden, von zwei Löchern durchbohrten Pfropf (am besten von Gutta percha) geschlossen ist, taucht eine senkrechte, oben schwach trichterförmige erweiterte (*e*) graduirte Glasröhre bis nahe an den Boden. Eine zweite, knieförmig herabgebogene Röhre (*f*) geht durch das zweite Loch, endet aber mit dem kürzeren vertikalsn Theile dicht unter dem Pfropfe. Die Fortsetzung des herabgebogenen längeren Stückes letzterer Glasröhre bildet ein fest angebundenes Kautschukrohr (*g*), in dessen Ausgang das oben erwähnte, durch einen Hahn verschliessbare Metallröhrchen (*h*) eingebunden ist, welches die Kanüle (*i*) aufnimmt. Ueber die obere trichterförmige Mündung (*e*) der ersteren Röhre kommt, von einem Stativ (*k*) getragen, ein kleiner Glastrichter (*l*), der sich nach abwärts ebenfalls durch einen Kautschukschlauch (*m*) verlängert, in dessen unteres Ende ein fein ausgezogenes Glasröhrchen (*n*) eingebunden ist. Er dient zum Einfüllen des Quecksilbers und trägt an dem Kautschukschlauch einen Quetschhahn (*o*), oder zweckmässiger einen Schraubenquetscher.

Für den Gebrauch füllt man zunächst den Boden des Glasgefässes mit Quecksilber (*d*) und jenes dann bei geöffnetem Hahn der Ausflussröhre bis noch zum Rande herauf mit der Injektionsflüssigkeit. Nun wird der Pfropf mit den beiden Röhren fest eingesetzt, wobei man mit aufgedrücktem Daumen die trichterförmige Oeffnung der senkrechten Glasröhre geschlossen hält und darauf achtet, dass ihr unteres Ende unter den Quecksilberspiegel herabtaucht. Giesst man jetzt in die trichterförmige Oeffnung Quecksilber ein, so wird die knieförmige Röhre mit der Injektionsflüssigkeit sich erfüllen, und diese wird bald ohne Luftblasen zur Oeffnung des Metallröhrchens hervorquellen. Alsdann wird der Hahn geschlossen und das Ende des Röhrchens in die Mündung der Kanüle vorsichtig, aber fest eingesetzt. Oeffnet man jetzt zum zweiten Male, so wird die farbige Flüssigkeit in das Organ einströmen und in der vertikalen Glasröhre die Quecksilbersäule rasch sinken. Man erhöht diese durch Nachgiessen des Metalls auf eine beliebige Höhe von 20, 30, 40 mm (bei manchen Organen auf die doppelte und mehr) und regulirt durch den Quetschhahn den Zufluss des Quecksilbers in einer Weise, dass jene Druckhöhe bewahrt wird*). Sinkt die Säule schliesslich nicht mehr, so kann man nach Umständen die Injektion abbrechen oder zu erhöhtem Druck vorsichtig übergehen.

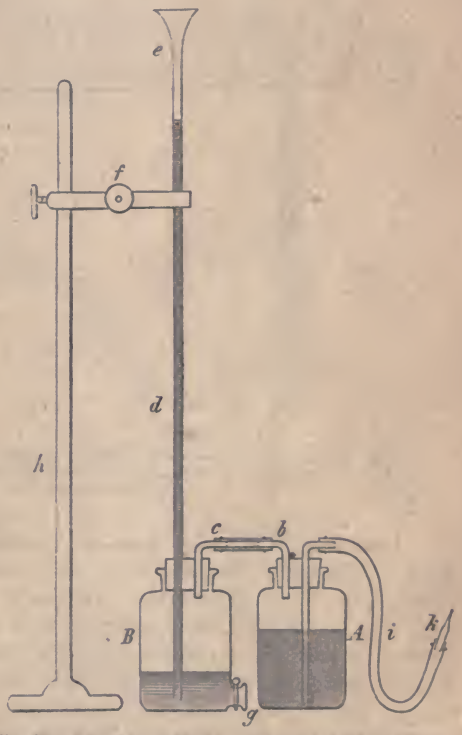


Fig. 53. Apparat zur Injektion mit Quecksilber und komprimirter Luft (nach Toldt). *A* Injektionsflasche; *B* Windkessel; *b c* Glasröhren mit verbindendem Kautschukschlauch; *d* Glasröhre für die Quecksilbersäule; *g* und *h* Befestigungsapparat der Röhre; *i* Kautschukrohr; *k* eingebundene Kanüle.

Der beschriebene Apparat erfüllt seinen Dienst, wie ich aus eigener Er-

*) Kommt es darauf an, sehr kleine und bekannte Druckkräfte zu verwenden, so ist es vortheilhaft, die mit dem Trichter versehene Röhre viermal rechtwinklig umzubiegen, so dass sie ausserhalb der Flasche unter die Verlängerung des Quecksilberniveau herab- und dann wieder emporsteigt in der Gestalt etwa eines Manometers (Mac-Gillavry).

fahrung weiss. Doch er ist mangelhaft. Das Quecksilber kommt mit der Injektionsmasse in unmittelbare Berührung und muss hinterher gereinigt werden. Dann — und bei sehr niedrigem Druck wird der Uebelstand fühlbar — entstehen durch das Nachgiessen des Quecksilbers momentane Drucksteigerungen. Zweckmässiger erscheint deshalb eine Vorrichtung nach Art der Fig. 83 abgebildeten, wo die abgesperrte komprimirte Luft die Austreibung der Injektionsmasse vollzieht. Die Flasche *A* nimmt letztere auf. Zum Ausfluss dient die Kautschukröhre *i* mit der Kanüle *k*. Durch zwei knieförmige Glasröhren *c* und *b* (welche mittelst eines Kautschukschlauchs verbunden sind), steht sie mit der Flasche *B*, welche mit Quecksilber theilweise erfüllt ist und die Röhre *e* aufnimmt, in Verbindung. Diese letztere Flasche kann an ihrem Boden ein verschliessbares Ausflussrohr *g* besitzen. Nöthig ist diese Vorrichtung übrigens nicht, wohl aber bequem.

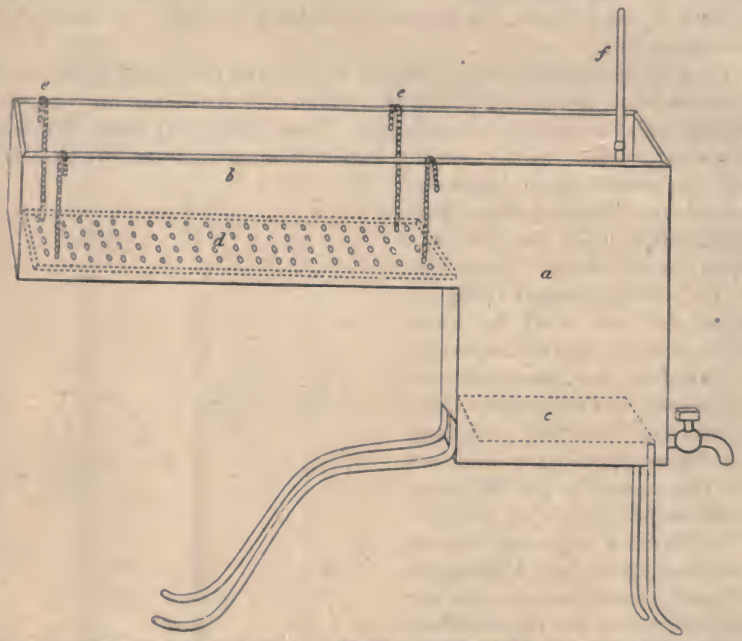


Fig. 84. Injektionskasten von Harting. *a* Kasten; *c* zweiter Boden für die Injektionsflasche; *f* Thermometer; *b* Abtheilung zur Aufnahme des Präparates; *d* durchlöcherte Platte, welche an den Kettchen *e* verstellt werden kann.

Dass hier kaltflüssige Massen zunächst am Platze sind; bedarf keiner Bemerkung. Wässriges Berliner Blau oder das Richardson'sche Gemisch kommen am passendsten zur Verwendung. Indessen die eben geschilderten Apparate können auch sehr leicht für Leiminjektionen verwendet werden. Man setzt die Flaschen in einen ansehnlichen von Füssen getragenen Blechkasten, bringt in ihm einen Tisch für das zu injizirende Organ an, füllt mit warmem Wasser und erhält die Temperatur durch eine Weingeist- oder Gasflamme.

Unsere Fig. 84, eine von Harting angegebene, sehr zweckmässige Vorrichtung, wird die Sache augenblicklich dem Leser verständlich machen.

Einen vorzüglichen Apparat zu derartigen Injektionen, welcher es erlaubt, den Druck der Flüssigkeit genau abzumessen und konstant zu erhalten, verdanken wir Professor Hering. Die Einrichtung ist keine einfache, so dass wir auf eine von Toldt gelieferte Schilderung verweisen müssen.

Gehen wir nun zu dem verbreitetsten Verfahren, demjenigen mit der Spritze, über.

Die kleinen, bei Charrière oder Lür in Paris für wenige Thaler käuflichen neusilbernen Injektionsspritzen (Fig. 85, 1) mit einem halben bis ganzen Dutzend verschiedener Kanülen (2. 3) reichen vollkommen aus und werden bei einiger Schonung Jahre lang den Dienst in gleicher Güte leisten. Man hat nur den Kolben des Stempels von Zeit zu Zeit mit Talg sorgfältig einzureiben, um einen glatten, leichten Gang, der durchaus nothwendig ist, zu bewahren. Ebenso werde die Spritze nach erfolgter Benützung mit Terpentinöl (Harz), mit heissem Leim oder kaltem Wasser gereinigt und dann an dem Ring des Stempels aufgehängt, damit das Wasser abtröpfelt. Ist etwa nach längerem Zeitintervall der Kautschuk des Kolbens nicht mehr schliessend, so schraube man die Spritze auf und bringe den Stempel für einen halben oder ganzen Tag in kaltes, oder für Minuten in heisses Wasser. Dann ist die hinreichende Quellung wieder eingetreten, und mit Talg abgerieben erfüllt der Kolben seinen Dienst aufs Neue. Harzige Massen haben allerdings das Unbequeme, zeitraubendere Reinigungen der Spritze zu erfordern. Auch die Kanülen werden nach beendigtem Verfahren mit Wasser gereinigt und auf einer warmen Platte stehend getrocknet. Zur Offenhaltung stärkerer Röhrchen ist nichts weiter erforderlich. In feine und feinste führe man aber, sobald sie gereinigt sind, einen dünnen Silberdraht ein, da man ohne diese Vorsichtsmaassregel hinterher den engen Gang verstopft, d. h. verrostet findet und oft alle nachherigen Versuche erfolglos bleiben.

Wer viel injizirt, bedarf ein paar derartiger Spritzen. Ebenso ist zur Füllung ausgedehnter Gefässbezirke eine grössere Spritze, welche etwa den doppelten Inhalt jener kleinen Instrumente fasst, sehr bequem, da das Absetzen und nachherige neue Füllen immer eine unangehneme Prozedur ist und dem Anfänger gerade beim Abnehmen der Spritze von der Kanüle und beim Wiedereinsetzen Unglücksfälle leicht zu begegnen pflegen.

Die Röhrchen selbst bedürfen keiner flügelförmigen Ansätze, wohl aber zum bequemeren Anfassen eines gekerbten Randes. Man hat ihrer bei häufigem Arbeiten wenigstens ein Dutzend nöthig; besser ist ein noch grösserer Vorrath von dem verschiedensten Kaliber, von etwa 2 mm Mündung bis zur kapillaren Feinheit herab. Für starke Gefässe bediene ich mich neusilberner; die feinsten sind von Eisenblech und darum leider vergänglicher Natur.

Die übrigen Vorrichtungen bestehen in wohl gewichstem, starkem Seidenfaden (mehreren Sorten), in einigen gekrümmten und geraden Nadeln, in ein paar feinen Scheeren, kleinen gewöhnlichen und gekrümmten Pinzetten, sowie in einigen Schieberpinzetten (oder anderen Klemmapparaten (Fig. 86) für mögliche Zufälle. Zum Injiziren kaltflüssiger Massen reicht dieses in Verbindung mit kaltem Wasser aus. Zu Leiminjektionen bedarf man noch eines Kessels mit heissem Wasser und eines doppelten Wasserbades, gewöhnlicher tiefer, kupferner Schalen, die man mit warmem Wasser füllt und durch eine darunter brennende Weingeistlampe in höherer Temperatur erhält. Sie dienen zur Aufnahme der Schalen mit dem Leime. Niemals erwärme

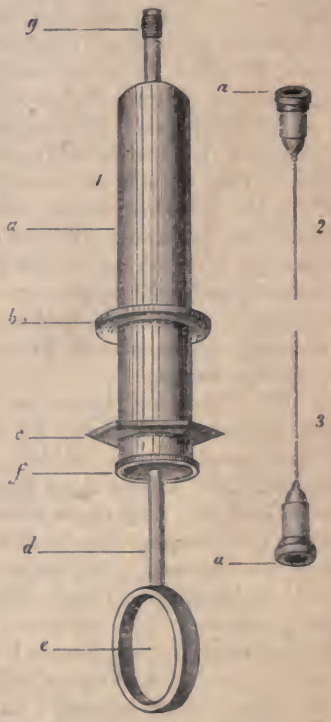


Fig. 85. Die Injektionsspritze 1. *a*. Die Röhre, mit den vorspringenden Rändern *b* u. *c* (zum bequemeren Halten dienend) und dem abzuschraubenden Deckel *f*; *d* Stempel mit dem Handgriffe *e*; *g* die Oeffnung (Mundstück) der Spritze, von einem Seidenfaden umwickelt. 2 und 3 Kanülen feinster Art; *a* ihre Mündungen.

man die Leimmasse über freiem Feuer! Zum Einlegen der warm einzuspritzenden Organe oder Thierkörper sind neben tiefen Tellern oder Porzellanschalen längliche Blechkasten mit divergenten Wandungen und einer nahe dem Boden angebrachten, durch einen Hahn zu verschliessenden Abflussröhre zweckmässig.

Fig. 50. Sterres fines.

Zu Injektionsobjekten wählt man im Allgemeinen möglichst frische Theile, also von eben geschlachteten Thieren. Kleinere Thiere habe ich vielfach noch warm, unmittelbar nach dem Tode (und diesen lässt man am zweckmässigsten durch Verblutung eintreten) verwendet und hierbei die besten Resultate bekommen, wenn anders es sich nicht um muskulöse Theile handelt, wo dann, namentlich beim Eintreiben warmer Massen, der oft plötzlich entstehende Rigor mortis (die Wärmestarre) die Arbeit unmöglich macht. Sehr weiche Theile kann man vorher einen Tag lang in Weingeist einlegen, um ihnen eine grössere Härte zu verleihen. Durch dieses Verfahren sind mir zahlreiche Milzinjektionen gelungen, nachdem ich am frischen Organe bei aller Vorsicht nicht zum erwünschten Ziele gekommen war. Sonst ist bei Injektionen der Blutbahnen älterer Körper die Gerinnung des Blutes ein grosser Uebelstand, der oftmals Alles ruinirt. Man hat allerdings vielfach empfohlen, hier der Injektionsmasse einen Strom Wasser vorauszuschicken, und unter Umständen leistet das Verfahren seinen Dienst. Gewöhnlich aber wird man sehr bald zahlreichen Extravasaten begegnen und genöthigt sein, frühzeitig, lange vor vollständiger Füllung abzubrechen.

Die Blutgefässe pathologischer Neubildungen injiziren sich im Allgemeinen schwierig. Die grosse Zartheit der Gefässwandungen verursacht sehr leicht Rupturen. Ebenso sind Seitenzweige oft in Menge abzubinden. Wenn irgendwo, sollten hier nur kaltflüssige, transparente Massen zur Verwendung kommen. Unter Umständen kann man Alles mit Ausnahme eines zum Einbinden bestimmten Gefässes mit einer dicken Leimschicht überziehen und nach dem Erkalten letzterer eine kaltflüssige Einspritzung wagen. Mit Geschicklichkeit und Ausdauer lässt sich aber auch Manches erreichen. Leider ist dieses Gebiet von den pathologischen Anatomen mit Ausnahme Thiersch's und Rindfleisch's bisher allzu sehr vernachlässigt worden.

Um Lymphgefässe zu injiziren, wozu sich im Uebrigen durchaus nicht jeder Körper eignet, habe ich die Leiche oft vorher eine Reihe von Stunden in Wasser gelegt, um so reichlichere Füllung jener Gefässe zu erlangen. Auch wenn man durch die Arterie eines Organes, dessen Lymphgefässe man injiziren möchte, vorher eine Zeit lang einen Strom Wasser durchtreibt, wird man oftmals die Freude haben, die Lymphgefässe stark erfüllt zu erblicken. Ebenso ist eine andere Methode zweckmässig. Ich tödtete das Thier durch einen Schlag auf den Kopf oder durch Strangulation, öffnete dann unter Schonung der Blutgefässe die Brusthöhle und unterband hoch oben den Ductus thoracicus. Dann blieb die Leiche 2—6 Stunden ruhig liegen. Suchte ich jetzt die Lymphgefässe auf, so waren sie meistens in sehr erfreulicher Weise überfüllt und ausgedehnt. An grösseren Drüsen kann man den Versuch machen, durch Abbinden des Ausführungsganges oder ihrer Vene beim lebenden Thiere die Lymphgefässe prall und ausgedehnt hervortreten zu lassen.

Bei der Injektion von Drüsenkanälen wähle man möglichst frische Objekte. Man kann unmittelbar einsetzen oder durch vorheriges Wassereintreiben von der Arterie aus bei etwas komprimirter Vene den Gang prall hervortreten machen, ebenso das Sekret erst zum Ausfliessen zu bringen suchen. Grosse Vorsicht ist hier immer nothwendig.

Beim Aufsuchen eines Blutgefässes, einer Arterie oder Vene, vermeide man alles überflüssige Schneiden, indem leicht hierbei feine Aeste verletzt werden können und man dann hinterher genöthigt ist, entweder durch Abbinden oder durch An-

bringen einer Schieberpinzette den Riss zu verstopfen, wodurch in dem Fortgange der Arbeit eine unangenehme Unterbrechung entsteht.

Beim Oeffnen des Gefässes, das am besten unter Wasser vorzunehmen ist, hüte man sich, die Spalte allzugross zu machen, namentlich an kleineren Arterien etwa einen derartigen Querschnitt anzubringen, indem sonst leicht beim Einführen der Kanüle ein vollkommenes Abreissen des Gefässes entstehen kann. Oeffnet man unter Wasser, so ist das bei der Injektion stets sorgfältig zu vermeidende Eindringen von Luft in das Gefäss zu einem grossen Theile verhütet. Nur in dem einzuführenden Röhrchen befindet sich noch etwas Luft. Um diese wegzuschaffen, muss man das Röhrchen vorher mit Wasser erfüllt und die hintere Oeffnung durch einen Korkstöpsel verschlossen einführen, eine kleine Vorsichtsmaassregel, welche, wie so manche andere, scheinbar unbedeutend, beim Injiziren wichtige Dienste leistet. Ebenso hat man das sogenannte Mundstück der Injektionsspritze stets in voller Tiefe später in die Oeffnung der Kanüle einzuführen.

Indessen ist die Kanüle glücklich in ein Gefäss eingebracht worden, so handelt es sich zunächst um das Einbinden derselben mittelst eines sorgfältig gewichsten Seidenfadens. Hier erwirbt man sich bald die nothwendige Fertigkeit, indem man den Faden entweder mit der Pinzette erfasst unterhalb des Gefässes durchführt, oder denselben eingefädelt mit einer Nadel um das Gefäss bringt. Das Einbinden hat bei stärkeren Gefässen möglichst fest zu geschehen, bei kleineren schon vorsichtiger und bei sehr feinen, namentlich embryonalen Stämmen mit der grössten Schonung. Hat die Kanüle, was an weiteren stets der Fall sein sollte, eine ringförmige Furche, so bringe man die Ligatur auf dieser Stelle an. Fehlt die Furche, so ist das Einbinden mit Aufmerksamkeit vorzunehmen, um ein Abgleiten des Röhrchens zu vermeiden. Hier leistet dann die gewandte Hand eines Assistenten, welcher einen Finger vor die Kanülenöffnung legt, ohne die Röhre selbst tiefer dabei in das Gefäss einzudrücken, einen wichtigen Dienst.

Ganz ähnlich verfährt man bei dem Einbinden in Drüsengänge. Lymphgefässe erfordern grössere Aufmerksamkeit. Dass man in der Richtung der Klappenöffnungen einzuspritzen hat, versteht sich von selbst. Zwar ist auch der Widerstand derselben in einzelnen Fällen glücklich zu überwinden. Doch kann hiervon nur selten zu besonderen Zwecken Gebrauch gemacht werden, wie mir vor einigen Jahren die Erfüllung der Lymphknoten vom Vas efferens her in derartiger Weise geglückt ist.

Indessen ein oft sehr schön erfülltes Lymphgefäss, welches zur Injektion höchst einladend aussieht, ist darum, namentlich wenn man mit feineren Stämmchen zu thun hat, noch nicht benützt. Beim Einschneiden fliesst die farblose Flüssigkeit aus und jetzt ist oftmals das Ganze kaum mehr zu erkennen. Man quält sich dann mitunter lange Zeit, die kollabirte Wandung zum Einführen zu benützen; Versuch um Versuch kann missglücken, bis oft spät das gewünschte Ziel noch im glücklichen Falle erreicht wird. Hier ist Ruhe und Geduld Jedem zu empfehlen, welcher in einem derartigen Gebiete etwas leisten will.

Handelt es sich darum, feinere Lymphbahnen im Innern von Organen zu erfüllen, so bietet hierzu das Hyrtl-Teichmann'sche Einstichsverfahren das Hauptmittel. Einmal macht Hyrtl von dem Lumen eines Blutgefässes aus einen Einstich in das angrenzende Gewebe, um hier befindliche Lymphgefässe zu verletzen, und injizirt so im glücklichen Falle mit und von dem Blutgefässe her die lymphatischen Kanäle. Dann fügt man direkt dem Gewebe eine kleine Verletzung zu, um von derselben aus hier etwa vorkommende und getroffene Lymphbahnen und von diesen aus grössere Bezirke zu treffen.

Es ist dieses auf doppeltem Wege zu erzielen. Bei weiteren Kanülen führt man eine Nadel durch das Lumen des Röhrchens, nachdem letzteres mittelst einer kleinen Oeffnung eingebracht worden ist, dringt nun mit der Nadelspitze vor und

schiebt die Kanüle nach, bis die gewünschte Stelle erreicht ist, wo die Nadel herausgezogen wird.

Bei sehr dünnwandigen Theilen bin ich auf einem andern Wege besser zum Ziele gelangt Mit Hülfe einer in die Injektionsmasse getauchten feinen Staarnadel oder feinen Scheerenspitze bringt man einen kleinen Einstich an. Nun wird das Röhrchen durch die als farbiges Pünktchen kennbare kleine Oeffnung unter leichten drehenden Bewegungen sehr langsam und vorsichtig weiter geschoben. Hat man die nothwendige Uebung und Geduld in dieser Prozedur, so gelingt es, Injektionen von Lymphbahnen noch da zu erhalten, wo das stechende, der Röhrchenspitze vorhergehende Instrument im Stiche lässt. Indessen bleibt es immer ein schwieriges Stück Arbeit, z. B. an einem Dünndarm des Meerschweinchens, die Röhre die Submucosa entlang zu führen, indem die geringste ungeschickte Bewegung die Schleimhaut durchstösst. Vieles verunglückt dabei fast unausbleiblich, bis endlich einmal ein günstiger Zufall die Injektion ermöglicht. Jeder, welcher hier etwas arbeiten will, übe sich vorher an leicht zu erfüllenden Organen ein, und deren giebt es glücklicher Weise manche; versuche es z. B. mit dem wurmförmigen Fortsatze des Kaninchens, wo die Füllung sehr leicht ist, injizire dann den Dünndarm des Schafes, den Hoden des Kalbes, die Peyer'schen Drüsen des letztgenannten Thieres und gehe erst allmählich zu schwierigeren Organen über. Ein Einbinden der Röhre ist in vielen Fällen überflüssig, indem man mit den Fingern der Hand oder einer feinen Schieberpinzette oft besser komprimirt. Bindet man ein, so bediene man sich einer sehr feinen Nadel und ziehe mit äusserster Vorsicht die Schlinge zu, da sonst ein Durchstossen der Röhrchenspitze sehr häufig zum Schlusse noch eintritt. Grössere Stichöffnungen geben zum Ausfliessen der Masse Veranlassung. — Teichmann, der sich in diesem Gebiete grosse Erfahrungen erworben hat, hebt mit Recht hervor, dass ein Einstich auf's Gerathewohl nicht genüge, sondern ein Stich in der Gegend anzubringen sei, wo man feinere Lymphkanäle vermuthe. Bleibt das bei Beginn der Injektion sich bildende Extravasat klein, so gelingt häufig die Erfüllung. Wird jenes gleich anfänglich gross und rasch zunehmend, so breche man ab, denn die Prozedur ist verunglückt. Stellt sich nachträglich noch ein rasch zunehmendes Extravasat ein, so ist ebenfalls sogleich aufzuhören. Sehr vorsichtiges Führen der Spritze ist meistens nothwendig, besonders bei Beginn des Eintreibens.

Doch wir sind von unserem Verfahren abgekommen. Ist die Röhre festgebunden, so füllt man unter dem Spiegel der Injektionsflüssigkeit die Spritze vollständig, und indem man die eingebundene und jetzt eröffnete Kanüle mit dem Zeige- und Mittelfinger der linken Hand fasst und etwas erhebt, führt man das Mundstück der Spritze so tief als möglich ein, wobei diese von der mittleren Phalange des Zeige- und Mittelfingers der rechten Hand gehalten und der Daumen in den Ring der Spritze eingesetzt wird. Von Wichtigkeit ist es hierbei, dass der Vorderarm auf der Tischplatte ruhig und bequem aufliegt.

So also, indem zwei Finger der linken Hand die Kanüle, drei der rechten die Spritze halten, beginnt das Eintreiben der Injektionsmasse, und zwar mit möglichst langsamem und möglichst stetigem Vorschieben des Stempels. Jedes ungeschickte, krampfhafte Vorstossen ist zu vermeiden, namentlich gegen das Ende einer Injektion. Gelingt die Arbeit, so sieht man die farbige Masse in dem Gefässsystem vorrücken, bemerkt, wie an einzelnen Stellen die Kapillarbezirke sich füllen, wie dieser letzteren Stellen immer mehrere werden und zugleich an der Peripherie zunehmen, bis es zum Zusammenfliessen kommt. Hierbei fühlt der Finger einen langsam zunehmenden Druck und lernt diesem bald in der Führung des Stempels sich anzupassen. Hat man eine zweite oder dritte Spritze voll weiterer Masse nöthig, so nimmt man die Spritze ab, und zwar am besten schon, ehe sie völlig entleert worden ist, schliesst mit dem Daumen der linken Hand die Kanülenöffnung und füllt entweder sich selbst mit der rechten Hand die Spritze oder überträgt

dieses einem Assistenten. Besitzt man mehrere mit dem gleichen Mundstücke versehene Spritzen, so ist es beim Injiziren kaltflüssiger Massen in grössere Organe zweckmässig, gleich von Anfang an auch jene gefüllt neben sich zu legen, um so momentan die eine leer gewordene Spritze mit der anderen gefüllten vertauschen zu können.

Ist die Injektion beendigt, wobei man oftmals das entgegengesetzte Gefäss vorher zweckmässig abbinden kann, um einen Abfluss zu vermeiden, so wird durch einen in die Kanülenöffnung passenden Stöpsel von Kork, besser von Metall, oder durch das oben (S. 112) erwähnte kurze Röhrchen mit dem Hahn dieselbe verschlossen. Jetzt bindet man das erfüllte Gefäss tiefer unten ab und löst dann schliesslich die obere, die Kanüle haltende Ligatur, um das Röhrchen herauszunehmen.

Während man die eben angegebenen Handgriffe bei einiger Geschicklichkeit bald lernt, wird es schwierig, den Moment richtig zu taxiren, wo die Injektion abgebrochen werden muss. Hier irrt der Anfänger sehr leicht, und auch der Geübteste hat dann und wann seinen unglücklichen Tag. Man kann des Guten zu wenig thun und erfüllt dann nur ungenügend, nur kleine Stellen oder feine Kapillarbezirke auch gar nicht. Umgekehrt führt ein zu weit getriebenes Einfüllen zu Extravasaten und schliesslich zu einem unbrauchbaren Präparate. Sieht man überhaupt zahlreichere, wenn auch anfänglich winzige Extravasate sich bilden, so höre man auf, oder man wird dieselben rasch in erschreckendem Maassstabe wachsen sehen. Dass ein grösserer Austritt der Injektionsmasse momentanen Stillstand verlangt, um zu retten, was möglich ist, leuchtet ein. Verwendet man die Beale'schen kaltflüssigen Gemische, so sieht man gegen das Ende der Injektion die farblose Flüssigkeit durch die Harngefässwandungen und die Hülle des Organes ausgepresst werden und an der Oberfläche als eine fettig glänzende Benetzung erscheinen. Dann wird es Zeit abzubrechen. Ehe jener Austritt stattfindet, würde es in den meisten Fällen zu früh sein.

Viel schwieriger als die einfache Injektion ist natürlich die doppelte, schon einmal der ganzen Prozedur wegen, dann weil man von dem einen Bezirke, z. B. der Vene aus, nicht allzuviel erfüllen darf, damit für die zweite Einfüllung noch die Möglichkeit des Zusammentreffens im Kapillarbezirke bleibt. Zur Füllung von Arterie und Vene bediene man sich wo möglich stets solcher Massen, welche zusammentreffend eine angenehme Mischfarbe geben, z. B. Berliner Blau und Karmin, Berliner Blau und Weiss, während Gelb und Grün schon weniger hübsch für das Auge ausfallen. Im Allgemeinen verdienen hier in der Wärme flüssige und beim Erkalten erstarrende Massen angewendet zu werden, wie ich denn auch bei Leiminjektionen gewöhnlich zwischen der ersten und zweiten Einspritzung einige Zeit verfliessen lasse, damit die erstere Injektionsmasse wenigstens in etwas Festigkeit gewinnen könne. Für die meisten Fälle dürfte die erste Füllung die Vene betreffen, und ist dann in der gewöhnlichen Weise abzubinden. Nachher bei stärkerem Widerstande ist die Arterie mit ihren Astsystemen zu injiziren.

Für manche Organe (wie z. B. das Auge, die Milz) empfiehlt es sich, von der Arterie aus zunächst das für den Venenbezirk bestimmte Injektionsgemisch und dann hinterher durch dasselbe Gefäss die zweite zur Erfüllung des Arteriensystemes dienende Masse einzutreiben. Durch Offenhalten oder Schliessen des venösen Abschlussrohres lässt sich nicht selten hierbei die Injektion wesentlich reguliren.

Beabsichtigt man neben der Blutbahn auch die Lymphwege oder bei einem drüsigen Organe dessen Kanalwerk zu füllen, so injizirt man entweder zuerst die Blutbahn und geht dann zur Füllung jener über oder auch umgekehrt. Sollen Lymphwege durch den Einstich injizirt werden, so vermeide man soweit als möglich die Verletzung der gefüllten Blutgefässe.

Für alle Injektionen der Drüsengänge und der Lymphwege verdienen, wie schon bemerkt, ihres leichten Durchdringens halber, sowie wegen der bei ihrer

Anwendung grösseren Schonung des Gewebes transparente kaltflüssige Massen den Vorzug.

So wenig nun die gegebenen Vorschriften irgendwie ausreichend zu nennen sind, und wie es denn für das einzelne Organ vielfach besonderer Modifikationen bedarf, die man eben durch Uebung erlangt, so werden sie doch dem Anfänger seine Arbeit wesentlich erleichtern.

Ist nun ein Theil glücklich injizirt worden, so entsteht die fernere Frage: was fängt man mit ihm an, um ihn für die Untersuchung herzurichten?

Warme Injektionen bedürfen, wie oben erwähnt, vor Allem der erforderlichen Frist zum Erstarren der Massen. Harzige Substanzen erfordern längere Zeit als Leiminjektionen. Die Beale'schen kalten Gemische liefern alsbald verwendbare Objekte; die Hyrtl'sche Aetherinjektion gestattet schon nach einer Viertelstunde eine Verarbeitung des injizirten Organes.

Ist ein Theil mit Leimmasse injizirt, so lege man ihn unverweilt, höchstens unter vorherigem Abwaschen der Oberfläche, in eiskaltes Wasser (im Winter in Schnee) und warte, bis die Erstarrung der Masse eingetreten ist. Man erkennt dieses leicht daran, dass der Inhalt stärkerer Gefässe der zufühlenden Fingerspitze kein Ausweichen mehr darbietet. Zur weiteren Erhärtung und Aufbewahrung bringt man das injizirte Organ in schwächeren, dann stärkeren Weingeist und lässt es am zweckmässigsten noch ein paar Tage lang in jenem ruhig liegen, ehe man damit etwas weiter vornimmt. Sehr empfindliche Objekte legt man zweckmässiger unmittelbar nach der Injektion sogleich in Weingeist, welchen man vorher in Eis gestellt oder durch Einlagerung von Eisstücken erkältet hat (Thiersch). Bei Injektionen mit Berliner Blau setzt man dem Alkohol einige Tropfen Essigsäure zu.

Natürlich sind auch hier in einzelnen Fällen mancherlei Modifikationen erforderlich. So darf man kleinere Organe unzerschnitten dem Alkohol überlassen, ebenso Organgruppen und ganze Körpertheile der kleinsten Säugethiere, welche man erst einige Tage später präpariren kann. Einen mit Leim erfüllten Darmkanal eröffnet man am besten nach dem Erstarren in Wasser und spült ihn sorgfältig ab. Bei Lymphinjektionen von Darmstücken habe ich durch das unaufgeschnittene Rohr einen Strom Wasser zum Ausspülen des Inhaltes durchlaufen lassen und sodann das Präparat für einen Tag oder mehr vorläufig in Weingeist gebracht. Grosse in Alkohol eingelegte Organe, z. B. die Niere eines unserer Wiederkäuer, müssen wenigstens am folgenden Tage durchschnitten werden, damit nicht die Rinde erhärte und das Innere faule. — Auch ein Einlegen in Chromsäure kann für diesen und jenen Unternehmungszweck einmal stattfinden, indem z. B. Berliner Blau dabei sich gut erhält; doch wird man selten in der Lage sein, vom Alkohol abzugehen. Die mit den Beale'schen Gemischen erfüllten Organe bringe ich ebenfalls, um die nothwendige Erhärtung des Gewebes zu erzielen, fast ausnahmslos in Alkohol.

Ist nach einigen Tagen die nothwendige Festigkeit gewonnen, dann kann das Präparat untersucht werden nach den gewöhnlichen, schon früher angegebenen Methoden. Dünne Horizontal- und Vertikalschnitte z. B. werden vorher von ausgetretenen Farbepartikelchen durch Abspülen, noch besser mittelst eines Malerpinsels gereinigt und nach geschehener Prüfung durch das Mikroskop, wenn man sie bleibend aufbewahren will, dem Bedürfnisse entsprechend, weiter behandelt.

Einfaches trockenes Aufbewahren unterlasse man. Besser ist ein vorsichtiger Einschluss in Kanadabalsam, noch zweckmässiger wohl in alkoholische Harzlösungen, wovon im folgenden Abschnitte die Rede sein wird.

Am besten, freilich in vergänglicher Weise, giebt der Einschluss in Glycerin das natürliche Verhalten wieder.

Zur längeren Aufbewahrung injizirter Organe bedient man sich des Alkohol, je nach Umständen eines schwächeren oder stärkeren.

Zehnter Abschnitt.

Herstellung mikroskopischer Präparate. Sammlung derselben.

Der Leser wird aus den vorhergehenden Abschnitten ersehen haben, dass die Gewinnung brauchbarer mikroskopischer Objekte durchaus nicht überall zu den einfachen und leichten Dingen gehört, wenn wir daneben absehen wollen von der Seltenheit mancher anderer, z. B. embryologischer und krankhafter Vorkommnisse. Der Wunsch, solche Objekte, welche oft nur mühsam oder durch ein Zusammentreffen glücklicher Umstände erhalten worden sind, für möglichst lange Zeiträume zu bewahren, liegt also nahe genug. Und in der That ist das Streben, derartige Präparate zu gewinnen, so alt als das mikroskopische Arbeiten selbst. Der Werth der Sammlung ist überdies hier ganz derselbe wie für das Studium anderer Zweige der Naturwissenschaften.

Mit rohen Versuchen zur Aufbewahrung von Hartgebilden, getrockneten Injektionspräparaten etc. beginnend, hat der Fleiss der Forscher allmählich bessere und bessere Methoden zu Tage gefördert, so dass uns hier ein bedeutender Abschnitt der mikroskopischen Technik entgegentritt. Indessen, wenn auch Manches auf diesem Gebiete erzielt worden ist, so bleibt doch noch mehr zu erreichen und zu ergründen übrig, wie denn die meisten Zweige der Konservation noch heutigen Tages im Zustand des Anfangs sich befinden.

Allerdings, wenn es sich darum handelt, ein Material zur Hand zu behalten, aus welchem vorkommenden Falles rasch und mit geringerer Mühe ein brauchbares Präparat hergestellt werden soll, so genügt hier für viele Körpertheile die einfache Aufbewahrung in gewöhnlichem Weingeist. Erhärtete Drüsen, Därme, Zentraltheile des Nervensystems, Geschwülste, Injektionen mit Leim und kaltflüssigen Massen (wie wir sie im vorhergehenden Abschnitte geschildert haben), Embryonen können so in gut schliessenden Glasflaschen Jahre lang in bequemster Weise konservirt werden und gewähren einem Lehrer ein unschätzbares und unentbehrliches Unterrichtsmaterial.

Nicht so einfach in den meisten Fällen aber liegt die Sache, wenn ein bestimmtes mikroskopisches Präparat erhalten werden soll. Hier sind dann besondere Methoden erforderlich.

Hartgebilde mancher Art, namentlich durchsichtigerer Natur, Schalen von Diatomeen, dünne Knochen- und Zahnschliffe, Krystalle können allerdings noch sehr einfach bleibend aufbewahrt werden, wenn man sie auf dem Objektträger liegend mit einem dünnen Deckplättchen bedeckt und letzteres auf ersterem befestigt, wozu verschiedene Substanzen, dickes arabisches Gummi (Gummisolution mit gepulverter Stärke versetzt ist zweckmässig), Wachs, dicke harzige Massen, Kanadabalsam gebraucht werden können. Zum Schutze des zerbrechlichen Deckgläschens kann dann das Ganze nachträglich mit farbigem Papier, aus welchem mit einem Locheisen ein Stück herausgeschlagen ist, überzogen werden. Wer viel mit derartigen Objekten zu arbeiten hat, thut gut daran, lithographirte Ueberzüge sich anfertigen zu lassen, welche zur Zeitersparniss auf der Rückseite gummirt werden. Auf der einen Fläche muss übrigens das Papier den Objektträger überragen, damit dessen Ränder überzogen werden können, während die andere Fläche der Glasplatte einen kleineren Ueberzug verlangt. Man erlernt bald die wenigen zu einem derartigen Ueberkleiden erforderlichen Kunstgriffe. Die Anfeuchtung

der gummirten Rückseite sollte stets nur eine sehr mässige sein, um beim Aufdrücken auf die Glasplatte ein Hervortreten des flüssigen Gummi auf das Sehfeld des Präparates zu vermeiden. Gar manche derartiger im Verkehr befindlicher und käuflicher Präparate, wie z. B. die von Bourgogne in Paris, von Möller zu Wedel (Holstein) und Rodig in Hamburg, können als Muster einer derartigen Behandlung empfohlen werden.

Aber nur eine geringere Anzahl an sich durchsichtiger Gegenstände, wie wir schon bemerkt haben, erlauben diese einfachste Behandlungsweise. Die meisten bedürfen zu ihrer Aufhellung, wenn sie trocken bewahrt werden sollen, eines Einschlusses in eine stark lichtbrechende Masse, in einen harzigen allmählich erhärtenden Stoff.

Kanadabalsam.

Keiner ist mehr in Gebrauch gelangt, und in der That reicht man mit ihm vielfach aus. Auf andere harzige Stoffe kommen wir später.

Es finden sich mehrere Sorten des Kanadabalsams in dem Handel. Guter muss dickflüssig, nahezu farblos und vollkommen durchsichtig sein. Man bewahrt ihn, um das Hartwerden an der Luft möglichst zu beschränken, in weithalsigem mit gläsernem Stöpsel schliessendem Gefässe auf. Ist in Folge längerer Einwirkung der Luft derselbe stärker erhärtet, so verdünnt man ihn bei mässiger Erwärmung mit Terpentinöl oder auch mit etwas Chloroform, was wir wenigstens vorziehen.

Der einzuschliessende Theil muss vollkommen trocken sein. Zu diesem Behufe wird in manchen Fällen ein vorhergehendes Trocknen nothwendig. Man kann hierzu ein Wasserbad verwenden oder jenes über Schwefelsäure oder Chlorcalcium vornehmen. Viele Theile werden zweckmässig dann noch in Terpentinöl gebracht, in welchem man sie wenigstens einige Minuten verweilen lässt. Ist im Innern des einzuschliessenden Stückes Luft, so wird ein längeres Einlegen in Terpentinöl, bisweilen in erwärmtes, nothwendig.

Um nun einzuschliessen, verfährt man folgendermaassen. Der trockene, rein abgewischte Objektträger wird über der Spirituslampe mässig erwärmt, niemals jedoch in hohem Grade. Dann giebt man aus der Flasche mittelst der Spitze eines Glasstabes einen Tropfen des Balsams auf das Glas. Derselbe wird sich dann ausbreiten und zwar im glücklichen Falle zu einer ganz homogenen, keine Luftblasen enthaltenden Schicht. Sind letztere aber in der Lage des Balsams zurückgeblieben (beim Auftragen auf eine überhitzte Platte entwickeln sich durch das Aufkochen des Balsams solche Blasen in Menge), so bringt man dieselben entweder durch die Berührung mit einer erhitzten Nadelspitze zum Zerplatzen, oder zieht sie durch eine kalte Nadel an den Rand der ausgebreiteten Balsamschicht. Jetzt legt man das einzuschliessende Objekt auf und greift zum zweitenmale zum Glasstabe mit dem anhängenden Kanadabalsam, um über die Oberfläche jenes noch eine dünne Lage aufzutragen, die bei raschem Verfahren oder mässigem Erwärmen mit der ersten Lage bald zusammenfliessen wird. Nun erfasst man mit einer Pinzette das gereinigte und mässig erwärmte Deckgläschen, bringt dieses in schiefer Stellung, den der Pinzette gegenüberstehenden Rand desselben nach abwärts gerichtet auf die Balsamschicht und giebt ihm dann langsam und allmählich mehr und mehr die horizontale Lage, bis es jene vollkommen bedeckt. Einzelne Luftblasen können auch jetzt noch durch vorsichtiges Aufdrücken der einen Seite des Deckgläschens an der entgegengesetzten Seite über den Rand jenes hervorgedrängt werden, hat man anders einen Gegenstand eingelegt, der einen gewissen Druck gestattet. Nun durchmustert man mit Hülfe einer schwachen Vergrösserung das Präparat. Entdeckt man noch kleine Luftbläschen, so ist es am zweckmässigsten, das Objekt auf einer erwärmenden Unterlage (im Winter am besten auf der Platte eines Thonofens) mit einer Glasglocke bedeckt Stunden lang stehen zu lassen, wobei zugleich

der Balsam schneller erhärtet, weshalb das letztere Verfahren auch sonst mit Vortheil angewandt werden kann.

Ist die aufgetragene Menge des Kanadabalsams zu gross gewesen, so pflegt entweder an der Seite des Deckgläschens eine Quantität desselben vorzudringen oder über jenes zu fliessen. Hier ist das Erhärten des Kanadabalsams abzuwarten, wonach man mit einer Messerklinge abkratzt und dann mit einem von absolutem Alkohol, Terpentinöl, oder Benzin eben befeuchteten Leinwandlappen die Glasfläche reinigt.

Das Festwerden des Balsams im Innern des Präparates geht aber leider nur sehr langsam vor sich, so dass nach Tagen, Wochen, ja Monaten, wo der Rand erhärtet, das Innere noch flüssig geblieben ist, eine ungeschickte Manipulation die Deckplatte verschieben und das Präparat zerstören kann.

Erwärmen hilft hier nach. Hartgebilde kann man ruhig mehrere Tage lang so behandeln. Weiche thierische Theile verlangen schonendere Behandlung. Eine übermässige, zu lang fortgesetzte Erhitzung färbt das harzige Einschlussmittel unangenehm gelb.

Man erhält bisweilen einen Kanadabalsam, der anfänglich noch einigermaassen dünnflüssig ist. Hier kann auf kalter Glasplatte eingeschlossen werden, was immer eine gewisse Zeitersparniss ist. Solche Präparate sollten dann stets behufs schnelleren Trocknens eine Zeit lang auf leicht erwärmter Unterlage verweilen.

. Während nun so gerade das Austreiben der Luftbläschen bei den meisten Einschlüssen in unseren Balsam zu erzielen ist, giebt es andere Objekte, wo der Luftgehalt in feinsten Kanälen zur Erkennung gewisser Struktureigenthümlichkeiten von Bedeutung wird, die Luft also zurückgehalten werden muss. Legen wir z. B. einen Knochenschliff unmittelbar oder aus Terpentin in jenen dünnflüssigeren Kanadabalsam ein, so füllen sich die sogenannten Kalkkanälchen und die Höhlen der Knochen mit dem allmählich überall eindringenden und die Luft vor sich hertreibenden Einschlussmittel. Die Ausläufer der Knochenkörperchen und die Kalkkanälchen treten aber im lufthaltigen Zustande allein deutlich hervor, und der Knochen entfaltet nur so ein zierliches eigenthümliches Bild.

Hier muss in möglichst dicken Kanadabalsam heiss eingeschlossen werden. Zu diesem Zwecke kann man in offen stehendem Gefässe mit darüber gestürzter Glocke auf warmer Unterlage den Balsam ganz hart und fest werden lassen. Dass ein unmittelbares Einschliessen des Objektes bei stärkerer Erwärmung von Balsam, Objektträger und Deckgläschen nothwendig und das vorherige Einlegen in Terpentinöl hier zu vermeiden ist, bedarf wohl keiner Bemerkung.

Zweckmässiger ist es allerdings, ein derartiges Ding, ein Knochenplättchen etwa, vorher mit einer dünnen Leimsolution zu überziehen, und nach erfolgter Trocknung jener umhüllenden Lage einzuschliessen. Hier reicht dann gewöhnlicher Kanadabalsam aus; die Luft bleibt eingefangen.

Man wird nun — gerade häufig bei histologischen Arbeiten — oftmals sehr zarte und dünne Theile einzulegen wünschen und zu seinem Aerger sehen, wie bei der Erwärmung das Objekt schrumpft, sich wölbt und schliesslich zerbricht. Hier ist dann eine durch gewöhnliches Löschpapier filtrirte Auflösung des Kanadabalsams in Aether oder noch besser in Chloroform am Platze, die man nach Umständen zu einer stark verdünnten steigern kann. Man trägt mittelst eines Glasstabes tropfenweise kalt auf die Glasplatte auf, legt das Objekt ein, giebt neue Flüssigkeit zu und bedeckt schliesslich. Beim Verdunsten des Lösungsmittels tritt gewöhnlich von der einen Seite Luft zwischen die Glasplatten. Bei schiefer Haltung der letzteren fügt man dann noch einige Tropfen der Lösung hinzu, bis endlich der Einschluss vollendet ist. Die ganze Prozedur (die natürlich auch bei derberen Objekten in Anwendung kommen kann) hat etwas sehr Bequemes und Reinliches.

Wie verfährt man aber, wenn man eines jener weichen wasserreichen Gewebe, wie sie die Hauptmasse unseres Körpers darstellen, in Kanadabalsam einlegen will? Wie behandelt man Tinktions- und Injektionspräparate?

Dass hier nur Umwege zum Ziele führen können, leuchtet ein. Es gilt nämlich das Wasser durch eine Flüssigkeit zu vertreiben, welche sich mit ihm mischt, diese durch eine andere zu ersetzen etc., bis man endlich so den Kanadabalsam zur letzten Durchtränkung verwenden kann.

Angenommen man hat einen dünnen Schnitt des Rückenmarks oder der Niere, der Milz, die etwa vorher mit Karmin oder anderswie tingirt sind, den Durchschnitt eines in seiner Blut- oder Lymphbahn injizirten Darmes, eines Gehirns, einer Lymphdrüse etc., und wünscht denselben als trockenes Präparat einzuschliessen, dabei aber jene Schrumpfung des einfachen Auftrocknens zu vermeiden, welche das Präparat im glücklichen Falle zur Karrikatur, oder im weniger günstigen zur Hieroglyphe verunstalten würde. so bringt man des Objekt für einen ganzen Tag in sehr starken, am besten in absoluten Alkohol. So ist also das Wasser entfernt und der Alkohol an dessen Stelle getreten. Nun nimmt man das Präparat aus diesem heraus, am besten, indem man es auf einem Filter zurückbehält, und eben im Momente des Abdunstens bringt man es in Terpentinöl. Die oben erwähnten kleinen flachen Glaskästchen eignen sich hierzu sehr gut. Einmal kann man sehr bequem die Aufhellung unter dem Mikroskop verfolgen. Dann, indem man über die am ebenen Boden liegenden Präparate eine dickere, jene genau deckende Glasplatte legt, wird auch bei tagelangem Verweilen in Terpentinöl jede Verkrümmung der Objekte verhütet und die Einschrumpfung sehr beschränkt. Nach Stunden ist dann aller Alkohol von dem Terpentin verdrängt und das Objekt zum Einschlusse in chloroformirten Kanadabalsam vorbereitet. Hat man einmal diese Methode zu beherrschen gelernt, so erhält man treffliche Präparate. Alle Injektionen (auch die mit Höllenstein) sollten überhaupt nur so trocken eingeschlossen werden. Es gelingt hierbei vieles histologische Detail bis zu Zylinderepithelien und andern zarten Zellen sichtbar zu erhalten und bei vorsichtiger Tinktion mit Karmin oder Hämatoxylin noch weit deutlicher zu machen. Ohnehin erhalten sich alle oben angeführten transparenten mit Leim zu verbindenden Farben trefflich, wobei wir die Vorsichtsmaassregel noch hinzufügen möchten, bei Injektionen mit Berliner Blau dem zum Entwässern dienenden Alkohol einen Tropfen Eisessig beisetzen.

Noch eine kleine Vorsichtsmaassregel möchten wir hier erwähnen. Sehr dünne und zarte Schnitte lässt man am besten auf dem Filter hinreichend trocknen, schneidet dann das Stückchen Filtrirpapier mit dem Objekte darauf heraus und taucht nun in Terpentinöl ein. Man wird es dann durch eine schwache Bewegung des Papierstückchens in letzterem leicht abspülen.

Wir haben dieses Verfahren, weil es von grosser Bedeutung ist, in allen Einzelheiten dem Leser vorgeführt.

Hier, wie überall, ist die grösste Reinlichkeit, die Benützung filtrirter Flüssigkeiten etc. nöthig.

Der Gedanke, andere verwandte harzige Körper an der Stelle des Kanadabalsams zu verwenden, liegt nahe; und in der That ist seit Jahren manches Andere empfohlen worden, wie Damar, Kopal, Mastix u. dergl.

Ich habe seit längerer Zeit darüber Versuche angestellt und empfehle jetzt:

Damarharz in Terpentin.

Die Darstellung ist eine sehr einfache. Der gepulverte Stoff wird mit reinem Terpentinöl übergossen und in leicht zugekorkter Flasche 24—28 Stunden lang einer nicht übermässigen Wärme unterworfen. Dann filtrire man und verdunste den Ueberschuss des Terpentin durch ein längeres Stehen des offenen Gefässes unter einer Glasglocke.

Die Masse ist farbloser als Kanadabalsam. Die Umrisse der Objekte bleiben deutlicher. Das Trocknen der Präparate erfolgt aber noch weit langsamer als bei jenem ersten Harzeinschlusse.

Mastix in Chloroform.

Man löst in ähnlicher Weise das Pulver in jener Flüssigkeit und filtrirt. Die Umrisse der Präparate sind leidlich scharf, besser als bei Kanadabalsamobjekten. Die Masse ist etwas gelb und gestattet zum künstlichen Trocknen der Präparate nur sehr mässige Erwärmung.

Die Zwischenstufe des Terpentinöls und der schrumpfende Effekt derselben kann vermieden werden, durch Lösungen harziger Stoffe in absolutem Alkohol, welche allerdings den kalten Einschluss, aber keine irgendwie höher gesteigerte Temperatur bei rascherem Trocknen gestatten.

Kolophonium.

Thiersch hat sich in neuester Zeit zu derartigen Einschlüssen desselben bedient, und zwar nach folgender Vorschrift: Das Kolophonium, welches in syrupdicker Lösung in absolutem Alkohol zur Verwendung kommen muss, — sie gewährt den Vortheil, dass man unmittelbar Präparate aus dem absoluten Alkohol eintragen kann ohne Trübung und ohne Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit — bereitet man sich am besten selbst. Man löse venetianischen Terpentin in dem gleichen Volumen Schwefeläther, filtrire die Solution durch Papier und treibe alsdann auf schwachem Feuer Aether und Terpentinöl aus, bis das Residuum erkaltet einen muschligen Bruch zeigt.

Ich habe mit dieser Masse, welche gut zubereitet die Farbe des Kanadabalsams besitzt, viel gearbeitet. Die Umrisse treten schöner hervor als bei irgend einem mir bekannten harzigen Stoffe. Das Trocknen erfolgt leider sehr langsam. Aber trotzdem kann ich jene Masse nur im höchsten Grade empfehlen.

Sandarak.

Gepulvert, mit absolutem Alkohol versetzt und einen Tag lang digerirt, giebt dieses Harz ein sehr leicht gelbes Filtrat. Eingeengt erhalten wir ein ausgezeichnetes, sehr rasch fest werdendes Einschlussmittel. Die Umrisse der Objekte sind zwar weniger scharf als bei dem Thiersch'schen Kolophonium, die Masse aber verdient höchste Empfehlung. Beim Erhitzen der Präparate sei man äusserst vorsichtig.

Aber der Einschluss im feuchten Zustande giebt erst das volle Bild des natürlichen Verhaltens der Körpertheile wieder; er gestattet die genaueste Erkennung zarter Texturverhältnisse, blasser Zellen und Fasern etc. und sollte, wenn es sich um Herstellung histologischer Sammlungen handelt, bei keinem Gewebe unterbleiben, da er selbst da, wo gute trockene Präparate gewonnen werden können, eine instruktive Vergleichung gewährt.

Unter allen konservirenden Flüssigkeiten thierischer Weichtheile steht aber keine zur Zeit höher als das Glycerin. Sein starkes Brechungsvermögen, die Eigenschaft, mit Wasser sich zu verbinden und dasselbe aus der Atmosphäre anzuziehen, machen es zu einem ganz unschätzbaren Einschlussmittel für thierische wasserhaltige Gewebe. Man kann mit Recht sagen, was Kanadabalsam für trockene Theile, leistet Glycerin für feuchte.

Verwendet man Glycerin zur Anfertigung eines temporären Präparates, zur Auspinselung etc., so kann man sich des gewöhnlichen unreinen bedienen, nicht so aber, wenn es sich um bleibendere Präparate handelt. Hier ist das gereinigte, nicht mehr bleihaltige, möglichst wasserfreie Glycerin stets anzuwenden. Unvermischt hellt es sehr stark auf, mitunter nach einiger Zeit allzusehr. Für viele Objekte wird man es daher mit destillirtem oder Kampher-Wasser versetzen müssen, ungefähr zu gleichen Theilen, nach Umständen mit mehr oder weniger. Sehr

zweckmässig, ja fast unentbehrlich ist es, die Präparate, welche später bleibend eingeschlossen werden sollen, vorher erst einige Tage lang in einem kleinen Gefässe durch reines Glycerin oder ein Gemisch von Glycerin und Wasser auszuwaschen, wobei man zugleich den Grad der Aufhellung erkennt.

Der Einschluss findet dann in der gewöhnlichen Weise durch einen der weiter unten zu erörternden Kitte statt. Ueberschüssiges, unter dem Deckgläschen hervorquellendes Glycerin entfernt man mittelst einer feinen Pipette und trocknet dann mit einem von Alkohol befeuchteten Läppchen ab. Zu eilen mit dem Einkitten hat man bei der Natur des Glyzcerin nicht, so dass man eine Anahl von Objekten zusammenkommen lassen kann, ehe man die Rahmen anlegt.

Für viele Zwecke habe ich es gut befunden, 30 Grms Glycerin 2 Tropfen starker Salzsäure zuzusetzen. Mit Karmin und Berliner Blau injizirte Objekte verlangen durchaus diesen Zusatz, soll anders die Farbe nicht nach einiger Zeit ausblassen und schwinden. Essigsäure erfüllt den gleichen Zweck und möglicherweise noch besser. Ranvier hat kürzlich die Verbindung mit Ameisensäure (1 : 100) vorgeschlagen.

Wie Glycerin ein Zusatz vieler Gemische ist, so kann man ihm mancherlei andere Stoffe beifügen, um so komplizirtere Einschlussflüssigkeiten zu erhalten.

Mit Glycerin können beispielsweise Gelatine, arabisches Gummi etc. verbunden werden.

So empfiehlt Deane ein Gemisch aus 4 Theilen Glycerin, 2 Theilen destillirten Wassers und einem Theile Gelatine. Letztere wird zuerst im Wasser gelöst und dann das Glycerin zugegeben. Ueber das Tannin-Glycerin habe ich keine Erfahrungen.

Auch Beale rühmt eine derartige Verbindung von Glycerin mit Leim. Eine Partie reinen Leims wird in Wasser eingeweicht. Gequollen bringt man ihn in ein Glasgefäss und löst ihn mittelst der Hitze des siedenden Wassers, also in einem Wasserbade auf. Zu der Lösung wird das gleiche Volumen Glycerin hinzugefügt und durch Flanell filtrirt. Das Gemisch hält sich sehr gut und wird vor der Benutzung nur leicht erwärmt. Klebs verwendet 2 Theile konzentrirter Hausenblaselösung und 1 Theil reines Glycerin in leichter Erwärmung.

Bastian empfiehlt zum Einschluss ungefärbter Gewebe ein Gemenge von 15 Theilen Glycerin und 1 Theil Karbolsäure.

Farrants verwendet eine noch komplizirtere Mischung, bestehend aus gleichen Theilen arabischem Gummi, Glycerin und gesättigter wässeriger Lösung von arseniger Säure. Das Gemisch wird wie Kanadabalsam gebraucht. Ich kann es nach älteren und neueren Erfahrungen nur anempfehlen.

Ist nun aber auch das Glycerin die wichtigste der zur Zeit bekannten Konservirungsflüssigkeiten und für viele thierische Theile allen Anforderungen entsprechend, so glaube man jedoch nicht, Alles mit Erfolg in Glycerin bewahren zu können. Frische, zarte, wasserreiche Theile, z. B. Blutkörperchen, Ganglienzellen, verlieren sehr bald einen Theil ihres Wassergehaltes und werden verunstaltet. Das starke Lichtbrechungsvermögen des Glycerin ist dann, so trefflich es bei den erhärteten Geweben erscheint, bei transparenten ein Uebelstand. So sind denn neben dem Glycerin noch eine ganze Reihe Konservations-Flüssigkeiten versucht und empfohlen worden, deren eine bald hier, die andere bald dort mit Erfolg zu verwenden ist. Immerhin wird man bei dem Einschliessen von Objekten gut thun, nicht unbedingt einer derartigen Empfehlung zu vertrauen, vielmehr eine Reihe von Einschlüssen mit verschiedenen konservirenden Zusätzen zu versuchen, von welchen man dann nach einer späteren Prüfung nur die besten aufbewahrt.

M. Schultze empfiehlt uns kürzlich nach dem Vorgange der Botaniker als Einschlussflüssigkeit das essigsaure Kali in nahezu gesättigter wässeriger Lösung, namentlich für Osmiumsäurepräparate, welche sich mit Glycerin nicht vertragen. Man giebt zu dem in Wasser oder einer indifferenten Flüssigkeit liegenden mikro-

skopischen Präparate, ohne das Deckplättchen wegzunehmen, einen Tropfen jener starken Lösung des Kalisalzes. Ein Tag später, nachdem das inzwischen verdunstete Wasser von jenem verdrängt worden ist, kittet man ein: doch man kann auch länger warten. Die bisherigen Erfahrungen erstrecken sich über zwei Jahre.

Einen gewissen Ruf hat sich die sogenannte Goadby'sche Flüssigkeit, der conserving liquor der Engländer, erworben. Er besteht aus

Kochsalz 120 Grms,
Alaun 60 Grms,
Sublimat 0,25 Grms,
Kochendes Wasser $2^1/_3$ Liter.

Zum Einschliessen durchsichtiger Präparate erweist sich diese Komposition (welche dem Entdecker eine beträchtliche Summe einbrachte) nicht zweckmässig, indem durch ein allmähliches Nachdunkeln das Ganze der Unbrauchbarkeit entgegengeht. Dagegen habe ich opake, von England stammende Injektionspräparate in jener Flüssigkeit eingeschlossen gesehen, welche Nichts zu wünschen übrig lassen. Valentin bemerkte später, dass die Gewebe von Seethieren in dem conserving liquor sich sehr gut erhalten, womit dann auch die schöne Konservation glasartiger Quallen, Salpen etc. in den Naturalienkabineten in Einklang ist.

Modifikationen dieses Gemisches stellen ferner gewisse von Pacini empfohlene Konservirungsflüssigkeiten dar, welche Sublimat, Kochsalz oder Essigsäure, aber keinen Alaun mehr enthalten, dagegen als passenden Zusatz Glycerin führen und zum Aufbewahren verschiedener Gewebe bestimmt sind. Sie leisten ungleich mehr und verdienen genaue Beachtung. Dieselben bestehen in folgenden zwei Vorschriften:

Sublimat 1 Theil,
Reines Chlornatrium 2 Theile,
Glycerin (25° Beaumé) 13 Theile,
Destillirtes Wasser 113 Theile.

Diese Mischung wird wenigstens zwei Monate stehen gelassen; nachher wird zum Gebrauche 1 Theil derselben mit 3 Theilen destillirten Wassers verdünnt und durch Fliesspapier filtrirt.

Blutkörperchen erhalten sich in ihr ganz vortrefflich, wie eigene Beobachtungen gelehrt haben. Nach Pacini eignet sie sich gleich gut für Nerven und Ganglien, die Retina, Krebszellen, und überhaupt zarte eiweisshaltige Gewebe.

Eine zweite Mischung besteht aus

Sublimat 1 Theil,
Essigsäure 2 Theile,
Glycerin (25° Beaumé) 43 Theile,
Destillirtem Wasser 215 Theile.

Das weitere Verfahren zur Anwendung ist das gleiche wie bei der ersteren Mischung. Sie soll die farbigen Blutzellen zerstören, die Lymphkörperchen des Blutes aber unversehrt erhalten.

Weitere Modifikationen dieser Gemische, wie sie in dem pathologischen Institute von Berlin zur Anwendung kommen, stellen nach Cornil die folgenden dar:

1.	2.	3.	4.
Sublimat 1.	Sublimat 1.	Sublimat 1.	Sublimat 1.
Chlornatrium 2.	Chlornatrium 2.	Chlornatrium 1.	Wasser 300.
Wasser 100.	Wasser 200.	Wasser 300.	
5.	**6.**	**7.**	**8.**
Sublimat 1.	Sublimat 1.	Sublimat 1.	Sublimat 1.
Essigsäure 1.	Essigsäure 3.	Essigsäure 5.	Phosphorsäure 1.
Wasser 300.	Wasser 300.	Wasser 300.	Wasser 30.

No. 1 dient zur Aufbewahrung gefässreicher Gewebe der warmblütigen Thiere, No. 2 für diejenigen der kaltblütigen Geschöpfe: No. 3 für Eiterkörperchen

und verwandte Gebilde; No. 4 für Blutzellen; No. 5 ist für Epithelialzellen, Bindegewebe, Eiterzellen bestimmt, wenn die Kerne zugleich hervortreten sollen; No. 6 wird zur Konservirung bindegewebiger Strukturen, der Muskeln und Nerven angewendet; No. 7 dient für Drüsen und No. 8 endlich für Knorpelgewebe.

Sehr verdünnte Sublimatlösungen leisten in der That als Konservirungsflüssigkeiten gute Dienste; doch muss der jedesmalige Konzentrationsgrad erst ermittelt werden, weshalb man ein Objekt zweckmässig mehrfach mit Lösungen von verschiedener Stärke einschliesst. Harting empfiehlt Solutionen von 1 zu 200—500 destillirten Wassers. Er hebt hervor, dass er nur in derartigen Lösungen Blutkörperchen zu erhalten vermochte. Die der Menschen und der Säugethiere erfordern $^1/_{200}$ Sublimat, diejenigen der Vögel $^1/_{300}$, die des Frosches $^1/_{400}$. Einiges, was ich nachgeprüft habe, zeigt die Methode zweckmässig. Weniger passend dürfte seine Empfehlung jener Lösungen für Gehirn, Rückenmark und Retina sein; dagegen sind sie brauchbar für Knorpel, Muskeln und Krystalllinse. Alle Sublimatlösungen führen leicht ein Nachdunkeln der Präparate herbei.

Chromsäure und chromsaures Kali. — Lösungen, und zwar verdünnte der Chromsäure und des doppelt chromsauren Kali können mit Vortheil als konservirende Flüssigkeiten, nach Umständen verbunden mit Glycerin in Anwendung kommen. Sehr brauchbar scheint ein Gemisch von gleichen Theilen Glycerin und Müller'scher Augenflüssigkeit (S. 81) zu sein. Auch unvermischt bildet letztere für sehr zarte Texturen mitunter ein brauchbares Einschlussmittel.

Chlorcalciumlösung ist eine bei den Botanikern beliebte Einschlussflüssigkeit. Für thierische Objekte scheint sie weniger zu leisten. Harting rühmt uns die saturirte Solution des reinen Salzes oder die mit dem 4—8fachen Volumen Wasser versetzte. Zahn- und Knochenpräparate, Haardurchschnitte sollen sich in ihr gut erhalten. Ich bekenne, dass nach meinen bisherigen, freilich wenig zahlreichen, Versuchen die Chlorcalciumlösung mir nur sehr mittelmässige Resultate ergeben hat.

Lösungen von kohlensaurem Kali in 200—500 Theilen destillirten Wassers empfiehlt Harting für Nervenfasern als bestes Einschlussmittel. Ich habe keine Erfahrungen über diese Flüssigkeit. Auch arsenigsaures Kali mit 160 Theilen Wasser soll nach jenem Gelehrten auf Nervenfasern denselben Effekt haben.

Wässrige Kreosotlösung. — Nach den Erfahrungen Harting's ist eine durch Destillation des Kreosot mit Wasser enthaltene Lösung desselben, oder die filtrirte und gesättigte Lösung von Kreosot in einem Gemische von 1 Theil Alkohol von 32° und 20 Theilen Wasser ein gutes Konservationsmittel für viele Theile, wie Muskeln, Bindegewebe, Sehnen, Knorpel, entkalkte Knochen und Zahnbein, ebenso die Krystalllinse.

Arsenige Säure. — Dieselbe wird mit Wasser im Ueberschusse gekocht und dann nach dem Erkalten filtrirt und mit dem dreifachen Volumen verdünnt. Sie leistet dasselbe wie die Kreosotlösung und eignet sich auch noch für die Aufbewahrung der Fettzellen (Harting).

Methylalkohol — in starker Verdünnung mit Wasser 1 : 10 — ist von Queckett empfohlen worden. Sollte die Flüssigkeit nach einigen Tagen sich getrübt haben, so muss sie filtrirt werden. Wie bei der Essigsäuremischung wird man auch mittelst dieser nach längerer Zeit die meisten Präparate eine körnige Beschaffenheit annehmen sehen.

Methylalkohol und Kreosot — bilden dann noch Bestandtheile einer komplizirteren, bei Beale erwähnten Flüssigkeit.

Kreosot 11 Grms,
Methylalkohol 180 Grms,
Destillirtes Wasser 1920 Grms,
Kreide die erforderliche Menge.

Zur Herstellung verfährt man folgendermaassen: Zuerst wird der Methylalkohol mit dem Kreosot vermischt; dann soviel Kreidepulver zugesetzt, als erforderlich ist, um eine dicke, weiche Paste zu bilden. Dieser Masse setzt man anfänglich in kleinen Quantitäten und unter sorgsamem Reiben in einem Mörser das Wasser hinzu. Das Ganze, welchem ein paar kleine Kampherstückchen beigefügt sind, bleibt dann 14 Tage bis 3 Wochen unter gelegentlichem Umrühren in einem leicht bedeckten Gefässe stehen und wird, nachdem es filtrirt worden, in einer gut schliessenden Flasche bewahrt. — Dieses Gemisch stellt eine Modifikation der Thwaites'schen für Desmidiaceen bestimmten Konservirungsflüssigkeit dar.

Topping's Flüssigkeiten. — Er empfiehlt 1 Theil absoluten Alkohol auf 5 Theile Wasser, und bei der Erhaltung zarter Farben als zweckmässig 1 Theil essigsauren Alaun mit 4 Theilen destillirten Wassers. Die letzte Mischung, mit dem gleichen Volumen Glycerin versetzt, hat mir über 3 Jahre Karmininjektionen wohl bewahrt.

Deane's Flüssigkeit. Er rühmt zum Aufbewahren thierischer und pflanzlicher Bildungen ein Gemisch aus 180 Grms reiner Gelatine, 270 Grms Honig, etwas Alkohol und einigen Tropfen Kreosot. Es ist in der Wärme zu filtriren.

Zum Einschliessen sehr dünner Objekte kann man einfach Objektträger und Deckgläschen verwenden. Auf die Stelle des ersteren giebt man mit einem Pinsel oder Glasstab nach Bedürfniss einen bald kleineren, bald grösseren Tropfen der Konservirungsflüssigkeit, bringt den Gegenstand mit einer feinen Pinzettenspitze erfasst oder mittelst einer Staarnadel hinein und achtet darauf, dass die Flüssigkeit ihn überströmt. Dann wird das Deckgläschen auf der Unterfläche angehaucht darüber gebracht, und zwar nach der bei dem Einschluss in Kanadabalsam angegebenen Weise. Man hüte sich, die Konservirungsflüssigkeit in überreichlicher Menge anzuwenden, indem sie alsdann an den Seiten austritt oder den Rand des Deckplättchens überfliesst. Hier muss mittelst einer kleinen, sehr spitz auslaufenden Pipette der Ueberschuss entfernt werden, oder auch durch Auflegen schmaler Streifen Fliesspapier. In beiden Fällen ist noch ein genaues Abtrocknen durch ein Leinwandläppchen erforderlich, wobei man aber besonders darauf achte, die Deckplatte nicht zu verschieben. Etwa zurückgebliebene Luftblasen können nur durch leichte Kompression zuweilen entfernt werden. Zweckmässig ist es, ein Stückchen feines Briefpapier, etwa einen Zoll lang, so zuzuschneiden, dass es ein hohes schmales, an der Basis etwa 2‴ messendes Dreieck bildet, und nun mit der Spitze desselben zwischen Deckgläschen und Objektträger einzugehen. Man kann dann die Luftblase mit jener Spitze oft bequem hervorschieben.

Während aber beim Kanadabalsam, sobald die Deckplatte glücklich liegt, Alles wesentlich beendigt ist, indem ein weiteres Umschliessen des Randes im Grunde nicht nothwendig ist, obgleich auch hier noch dem Objekt durch ein nachträgliches Verfahren grösserer Schutz und ein zierlicheres Ansehen verliehen werden kann, wird es bei feuchten Einschlüssen anders; sie müssen verkittet werden, eine Prozedur, welche weiter unten eine besondere Besprechung finden wird.

Hat man jedoch — und es wird meistens der Fall sein — etwas dickere Objekte einzuschliessen, oder fürchtet man, dass nachträglich der erhärtende Kitt das Deckgläschen zu heftig wider das Präparat pressen und jenes beschädigen werde, so muss zwischen die beiden Gläser eine feste Zwischenlage gebracht werden. Als einfache Vorrichtungen empfehlen sich Silberdrähte, schmale Papierstreifchen, die man von verschiedener Dicke anfertigt, und welche unter zwei entgegenstehende Ränder des Deckgläschens kommen, oder ein zusammenhängender schmaler Papierrahmen. Indessen ist hier das Einschmuggeln einer Luftblase leicht möglich und die erste umziehende Kittlage darf aus keiner allzu flüssigen und nicht allzu langsam erhärtenden Subtanz bestehen, weil sonst der Kitt entweder alsbald in die

Konservirungsflüssigkeit vordringen oder später die äussere sich zusammenziehende Kittlage die innere Schicht hineinpressen würde.

In weiterer Entwicklung führt nun dieses Verfahren zur Bildung eines bald niederen, bald höheren Rahmens, der auf dem Objektträger fixirt wird. Man nennt ein so gewonnenes flaches Kästchen eine Zelle.

Gar mannichfache Angaben über die Herstellung solcher Zellen liegen vor. Man wird den einfacheren den Vorzug geben, wenn anders nicht die grösste Wohlfeilheit ein anderes Verfahren wünschbar macht.

Man kann ferner höhere Zellen aus Guttapercha, aus Kautschuk und aus Glas herstellen. Letztere sind die besten, aber auch die theuersten.

Guttaperchazellen.

Guttapercha kommt bekanntlich in Platten von verschiedener Dicke im Handel vor. Eine gute Platte soll eben, homogen und biegsam sein. Ist sie gekrümmt oder rissig, so kann man ihr durch Eintauchen in siedendes Wasser die frühere Beschaffenheit wiedergeben. Mit Lineal und Messer wie aus einer Pappe schneidet man theils quadratische, theils länglich viereckige Stücke heraus, welche jedoch schmäler als der Objektträger sein müssen. Mit einem Locheisen und Hammer schlägt man eine rundliche, ovale oder länglich viereckige Oeffnung heraus, welche Präparat und Konservationsflüssigkeit beherbergen soll (Fig. 87).

Fig. 87. Zelle von Guttapercha.

Kautschukzellen.

Auch hier verwendet man die käuflichen Platten, die in der Wärme leicht nach Bedürfniss über einander geklebt werden können, wenn es sich um die Herstellung einer höheren Zellenwand handelt.

Glaszellen.

Sie verdienen den Vorzug und können heutigen Tages aus England um mässiges Geld bezogen werden. Man hat solche von verschiedenem Durchmesser und wechselnder Höhe. Ebenfalls ganz zweckmässig sind quadratische oder länglich viereckige Platten, denen der Guttapercha ähnlich, mit einer rundlichen Oeffnung von etwa 4‴ Durchmesser.

Treffliche (aus England herrührende) Glaszellen habe ich durch Thiersch kennen gelernt. Es sind mehrere Linien dicke, von ansehnlicher kreisförmiger Oeffnung durchbrochene Objektträger, welche an beiden Flächen Deckgläser aufgekittet tragen. Halbirte, vollendet schön injizirte und in ihrer natürlichen Krümmung so in Kanadabalsam eingeschlossene Augäpfel weisser Kaninchen stellen eins der schönsten Präparate her, welche Thiersch geschaffen hat.

Noch in anderer Weise kann Derjenige, dem es auf Zeitersparniss weniger ankommt, sich Glaszellen selbst bereiten (Fig. 88). Man lasse sich linienbreite Streifen aus Platten von Spiegelglas ausschneiden (oder wenn man der Führung einer Diamantspitze kundig ist, thue man es selber), und zwar zwei Sorten, eine von 6—7‴ Länge, eine andere Form nur 3—4‴ lang. Aus ihnen erbaut man die Wand der Zelle.

Beale, welcher nach Art der Engländer diesen Gegenstand genau erörtert, giebt noch einige praktische Vorschriften.

Handelt es sich um eine Glasplatte mit sehr niedriger Wandung, so kann man leicht ein dünnes Deckplättchen hierzu verwenden. Man klebt dieses in der Wärme mittelst des bald zu besprechenden sogenannten Seeleims auf einen Glasring oder über das Loch einer Glasplatte. Dann stösst man durch die Mitte des Deckgläschens mittelst einer spitzen dreikantigen Feile ein Loch und erweitert dieses bis zu dem Rande. Sprünge gehen nämlich nicht über den fest gekitteten Rand hinaus. Abermals erwärmt, lässt sich das perforirte Plättchen leicht abnehmen.

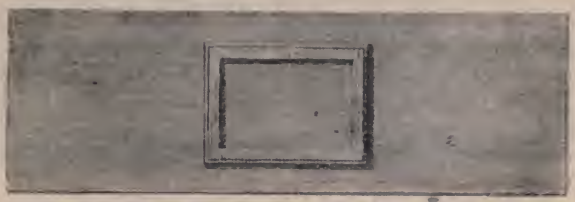


Fig. 88. Glaszelle mit Deckgläschen.

Auch aus einem einzigen Glasstreifen kann man mittelst der Gebläseflamme eine stumpfkantige viereckige Wand biegen und die Enden zusammenschmelzen. Beale empfiehlt hier Flintglas. Das Verfahren ist zur Konstruktion höherer und grösserer Zellen in einer geübten Hand gewiss ganz zweckmässig.

Die betreffenden Zellenwände müssen sämmtlich auf den sie tragenden Objektträger aufgekittet werden. Guttapercha kann allerdings in heissem Wasser erwärmt und unterwärts mit sorgsam abgetrockneter Unterfläche auf einer warmen Glasplatte befestigt werden. Haltbar hat sich mir diese Methode nicht bewährt.

Zum Aufkitten der Zellenwand kann man sich nach Art der Engländer des sogenannten Seeleimes (marine glue) bedienen.

Diese Masse besteht aus gleichen Theilen Schellack und Kautschuk, gelöst in Benzin (jeder der beiden Stoffe zunächst für sich gelöst und dann unter Anwendung der Wärme beide vereinigt). Nach Bedürfniss kann der Seeleim mit Benzin verdünnt werden; auch in Aether und Kalilauge löst er sich leicht. Die geeignetste der im Handel vorkommenden Sorten ist nach Queckett mit G K. 4. bezeichnet.

Um nun mit marine glue aufzukitten, verfährt man so: Auf einer heissen Metallplatte wird der Objektträger erhitzt (die Engländer bedienen sich eines auf 4 Füssen stehenden Tischchens von Eisenblech, unter welchem eine Spirituslampe brennt). Dann wird ein schmales, abgeschnittenes Streifchen des Kittes, auf der heissen Platte liegend, geschmolzen, wobei man dasselbe über alle Stellen führt, die den Zellenwall tragen sollen. Dieser letztere wird dann fest aufgedrückt und das Ganze zum Abkühlen bei Seite gestellt. Später kratzt man die vorgedrungenen Theile des Seeleims mit einer Messerklinge ab. Zum Reinigen der Zelle kann man eine schwache Kalilösung verwenden. Auch einfacher Schellackfirniss erfüllt schon diesen Zweck leidlich.

Zum Aufkitten der Kautschukzelle dient nach Harting folgendes Gemisch: 1 Theil gut zerkleinerter Guttapercha wird mit 15 Theilen Terpentinöl versetzt und unter beständigem Umrühren bei gelinder Wärme gelöst. Dann filtrirt man durch ein Tuch und setzt dem Filtrate einen Theil Schellack zu, welcher ebenfalls bei mässiger Wärme und beständigem Umrühren sich löst. Mit dem Erwärmen wird so lange fortgefahren, bis ein auf eine Glasplatte gegebener Tropfen beinahe erhärtet. In diesem Zustande ist der Kitt zum Gebrauche geeignet. Wendet man ihn später an, so setzt man ihm vor dem Erwärmen etwas Terpentinöl zu.

Um nun eine Kautschukzelle zu befestigen, legt man dieselbe unter die Mitte des Objektträgers und trägt genau über derselben in dünner Lage mit einem Pinsel

den warmen Kitt auf. Jetzt nimmt man die Kautschukzelle hervor und drückt unter Erwärmen sie an. Dann dreht man um und lässt auf einer Platte das Ganze stehen, bis der Kitt erkaltet ist.

Auch zur Befestigung von Glaszellen und zum Erbauen derselben aus vier Glasstreifen dient jener Harting'sche Guttaperchakitt in ähnlicher Weise.

Noch ein anderer Kitt kann letzteren Zweck erfüllen.

1 Theil Kautschuk wird in 64 Theilen Chloroform gelöst und dann fügt man 16 Theile getrockneten gepulverten Mastix hinzu. Mittelst eines Pinsels trägt man eine dünne Schicht kalt auf die untere Glasplatte auf und drückt dann die Zelle erwärmt an.

Man wird gut thun, mag man die eine oder die andere Methode anwenden, die Zelle möglichst sorgfältig anzukitten, um nicht hinterher ein Leck und Eindringen von Luft zu erhalten. Eine Glaszelle sollte stets mit rauher Fläche (die man ihr durch Reiben mit Schmirgel auf einem Schleifsteine leicht geben kann) befestigt werden.

Ueber Stanniolzellen, welche ebenfalls empfohlen worden sind, besitze ich keine eignen Erfahrungen.

Man kann aber auch — und es ist für viele dünne Gegenstände vollkommen ausreichend — die Wand einer viereckigen oder runden Zelle einfach durch gewisse Kitte herstellen. Bourgogne's Asphaltlack erfüllt diesen Zweck vortrefflich, besser als ein weisser, aus Frankfurt a/M. stammender, durch den Maler Ziegler (Friedberger Gasse 23) hergestellter Zellenkitt.

Ist die Zelle mit der Konservirungsflüssigkeit erfüllt und der Gegenstand eingelegt, hat man sich überzeugt, dass keine Luftblasen vorhanden sind, so wird (Fig. 89) in üblicher Weise das angehauchte Deckgläschen aufgelegt (welches aber stets etwas kleiner als die Zelle sein soll, so dass es den Aussenrand derselben nicht völlig erreicht) und die über den Zellenrand vorgetretene Flüssigkeit entfernt, wobei aber Vorsicht anzuwenden ist, indem man sonst, am Ende sich wähnend, plötzlich wiederum Luftblasen eingetreten finden kann.

Fig. 89. Das Auflegen des Deckgläschens.

Nun beginnt das Aufkitten des Deckgläschens. Dieses muss, wenn nicht Glycerin oder Chlorcalciumlösung die Konservationsflüssigkeiten darstellen, wo man zuwarten kann, sogleich geschehen.

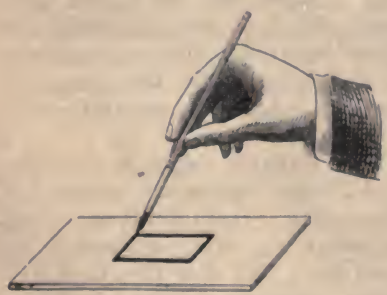


Fig. 90. Das Ziehen des Rahmens von Asphaltlack.

Viereckige Deckgläschen bereiten regelmässig beim Verkitten grössere Mühe als kreisförmige. Letztere können gegenwärtig zu mässigem Preise aus England, in Deutschland durch Glasermeister Vogel in Giessen und in Hamburg durch das mikroskopische Institut von Rodig bezogen werden. Mit Hülfe des Fig. 91 gezeichneten Drehtisches*) ist das Verkitten jener eine Kleinigkeit. Die runde Messingplatte des einfachen Apparates besitzt einen Bügel, welcher durch eine Feder aufdrückt und durch den Gegendruck der Fingerspitze gehoben wird. Konzentrische Kreise, nach

*) Er kann aus Zürich durch den Optiker Th. Ernst zu dem Preise von 12 Francs bezogen werden.

der Grösse der Deckgläschen auf das Messing eingravirt, zeigen die Stelle an, wo der senkrecht aufgesetzte Pinsel (sei es auf den Objektträger oder, wenn das Deckplättchen aufliegt, über beide) den Ring zu ziehen hat. Hierzu muss die Drehscheibe durch eine Fingerbewegung an der unteren kleinen, mit gekerbtem Rande versehenen Scheibe in rotirende Bewegung gebracht werden. Man setzt den in das Zement getauchten (möglichst kleinen) Pinsel anfangs nur sehr

Fig. 91. Drehtisch der Engländer, nach Frey's Verbesserung.

leicht, später, wenn die Drehbewegung erlahmt, etwas fester auf. Man lernt sehr bald die regelmässigsten Ringe zu bilden. Der Kitt muss aber eine flüssigere Beschaffenheit besitzen, als derjenige, welcher für viereckige Deckplättchen zur Verwendung kommt.

Die Zahl der zur Verwendung gekommenen Kitte ist eine beträchtliche und gewiss erreicht man mit verschiedenen derselben einen guten Verschluss.

Am meisten gebraucht wird der Asphaltlack (Brunswick black). Derselbe besteht aus einer Lösung von Asphalt in Leinöl und Terpentin und kommt in sehr verschiedenen Sorten im Handel vor.

Guter Asphaltlack muss durchsichtig und homogen schwarz erscheinen. Man benutzt, wie bei andern Kitten, einen Malerpinsel, mit welchem man den Rand des Deckgläschens entlang den Strich zieht, wobei sowohl das Deckplättchen, als der Objektträger einen Kittstreifen erhalten (Fig. 90). Bei einiger Uebung lernt man bald die richtige Menge treffen und einen hübschen Rahmen ziehen. Ist der Asphaltlack im Laufe der Zeit zu dick geworden, so wird er durch Terpentin verdünnt. Einen Uebelstand des gewöhnlichen Asphaltlacks bildet aber, abgesehen von der unreinlichen Handhabung, die Neigung desselben, nachträglich Risse und Sprünge zu bekommen und bei seiner weiteren Zusammenziehung nach Wochen und Monaten Tropfen der Konservirungsflüssigkeit hervorzupressen. Man hat darum empfohlen, den Rahmen etwa halbjährig durch eine neue Kittlage zu verstärken. Allerdings kann man den Kitt durch einen geringen Zusatz einer Kautschuklösung in Benzin wesentlich verbessern.

Ich habe bei jenem gar leicht eintretenden Uebelstande dem gewöhnlichen Asphaltlack in neuerer Zeit gänzlich den Abschied gegeben.

Vor wenigen Jahren lernte ich den von Bourgogne in Paris verwendeten Asphaltlack kennen. Ich kann ihn als ganz vortrefflich nur im höchsten Grade rühmen. Seine Zusammensetzung ist mir leider unbekannt geblieben. Er trocknet verhältnissmässig rasch und schliesst in mehrfacher Lage ein für alle Mal. Bei runden Deckgläschen verdient er vor allen Zementen den Vorzug. Doch ist mehrmaliges Umziehen nothwendig.

Bei dünneren in Glycerin gelegten Objekten ist für den ersten Verschluss ganz gut und schon seiner reinlichen Handhabung wegen zu empfehlen ein aus England kommendes dünnflüssiges Gemisch mit dem Namen Gold Size. Dasselbe ist eine komplizirte Masse. Beale giebt zu ihrer Herstellung die nachstehende Vorschrift: Es werden 25 Theile Leinöl 3 Stunden lang gekocht mit

einem Theile Mennige und dem dritten Theile so viel Umber. Die klare Flüssigkeit wird abgegossen, dann langsam und allmählich mit gleichen Theilen wohl zerriebenem Bleiweiss und gelbem Ocker unter beständigem Umrühren versetzt, weiter gekocht und schliesslich abgegossen und zum Gebrauche in einer Flasche aufbewahrt.

Man trägt sie mittelst eines Pinsels auf und kann nach einem halben Tage noch eine zweite Schicht hinzufügen. Die so behandelten Präparate lässt man am besten längere Zeit liegen, ehe sie die letzte Verkittung erfahren.

Zu dieser letzteren, sie kann aber auch ganz wohl die einzige in hinreichender Weise sein, kann man sich des weissen Ziegler'schen Kittes bedienen. Derselbe — er hat hinterher durch Herrn Meyer (den Besitzer der Hirschapotheke in Frankfurt) eine weitere Verbesserung erfahren — stellt eine dickliche Masse dar, welche man durch Zusatz von etwas Terpentinöl in mässiger Wärme leicht beliebig verdünnen kann. Schon eine dünne Lage mit dem Pinsel aufgetragen reicht für Glycerinpräparate aus. Gewöhnlich trägt man eine dickere, wallartig das Deckplättchen umgebende Schicht auf, was zum Schutze des letzteren ganz zweckmässig ist und auch das gute Aussehen des Präparates nicht beeinträchtigt.

Dieser weisse Kitt trocknet im Allgemeinen sehr langsam, so dass man Monate lang denselben eindrückbar finden wird. Man hüte sich deshalb, solche Präparate auf einander zu legen, und vermeide überhaupt jede Gelegenheit des Anklebens. Zum Reinigen von Pinsel und Glasplatte dient Terpentinöl oder Benzin.

Da die Zusammensetzung dieses Ziegler'schen Kittes unbekannt geblieben ist, müssen wir Stieda für eine Mittheilung, welche die Darstellung einer ähnlichen Kittmasse lehrt, dankbar sein. Man verreibt Zinkoxyd mit einer entsprechenden Menge Terpentinöl und setzt unter stetem Verreiben zu je 3,75 Grms des Zinkoxyd 30 Grms einer syrupdicken Lösung von Damarharz in Terpentinöl. Wünscht man eine andere als die weisse Farbe, so wähle man statt des Zinkoxyd Zinnober; nur nehme man 7,5 Grms auf 30.

Schacht empfahl zum Einkitten feuchter Präparate, ebenso als Ueberzug von in Kanadabalsam oder Kopallack eingelegten Objekten den sogenannten schwarzen Maskenlack, der sehr rasch trocknet. (Lackfabrik von Beseler in Berlin. Schützenstrasse Nr. 66. Die von ihm benützte Lacksorte ist mit Nr. 3 bezeichnet.) Ich habe seit Jahren vielfach von jenem Maskenlack Gebrauch gemacht und stehe nicht an, ihn nach dem Bourgogne'schen Kitt am meisten zu empfehlen. Konzentrirter bildet er einen vortrefflichen Verschluss viereckiger und mit absolutem Alkohol stärker verdünnt, auch kreisförmiger Deckplättchen. Er besitzt ein tieferes reineres Schwarz als das Bourgogne'sche, mehr braunschwarz erscheinende Zement.

Wir reihen hier noch einen anderen letzten Verschluss von Kanadabalsampräparaten an. Seine Kenntniss verdanken wir einer freundlichen Mittheilung von Thiersch.

Haben die in Kanadabalsam (unvermischtem oder chloroformirtem) eingeschlossenen Objekte mehrere Tage oder Wochen, ja Monate lang gelegen, so giebt man — ganz in ähnlicher Weise wie es oben für Asphaltlack angeführt worden ist (Fig. 90 und 91) — einen Rahmen mit einer Lösung von Kanadabalsam in Chloroform*).

Später (frühestens vom zweiten oder dritten Tage an — besser erst nach Wochen und Monaten) legt man einen letzten Verschluss an. Dieser besteht aus einem gefärbten dicken Schellackfirniss. In grösseren Drogueriegeschäften findet man einen solchen mit Weingeist bereitet vor. Derselbe wird vorsichtig bis zur Konsistenz eines dünnflüssigen Schleimes abgedampft und mit einer filtrirten kon-

* Auch bei alkoholischen Harzlösungen wende ich jenes Umschliessen durch chloroformirten Kanadabalsam an.

zentrirten Lösung des Anilinblau's oder auch des Gummigutt in absolutem Alkohol gefärbt. Zu 60 Grms giebt man etwa endlich 2,5 Grms Ricinusöl, dampft noch ein wenig weiter ab und bewahrt in gut schliessendem Gefässe. Ist die Konzentration allmählich eine zu starke geworden, so dienen einige Tropfen von absolutem Alkohol zur Verdünnung.

Man umzieht mit diesem Firniss den Kanadabalsamrahmen mittelst eines Pinsels. Nach wenigen Stunden ist er fest geworden und stellt so ebenfalls einen zierlichen hermetischen Verschluss für harzige Einschlüsse her. Nur erblasst nach Jahren das Anilinblau.

Nicht unwichtig für die Schönheit einer Präparatensammlung ist endlich die Form und Grösse der Objektträger. Schon die bequemere Aufbewahrung, ein etwaiger Transport machen das gleiche Format soweit irgend möglich sehr wünschbar.

Wünscht man geschliffene Ränder der Objektträger, so kann man sehr bald bei Benutzung einer recht dicken Glastafel und einer feinen Schmirgelsorte, die mit Wasser zum Brei angerührt wird, diese Kunst des Abschleifens erlernen.

Der Objektträger darf nicht allzu klein sein, damit man an den Seiten des Präparates hinreichenden Raum für das Ankleben zweier Etiketten behält, deren eine die allgemeine Bezeichnung führt, während man auf der andern besondere Bemerkungen, Nummer der Sammlung etc. anbringen kann. Auch ein sogenannter Indikator*) sollte nach Umständen noch Raum finden. Eine derartige Glasplatte wird dann ebenfalls noch vielfach die Plazirung eines grösseren Objektes, z. B. eines umfangreicheren Knochenschliffes, eines voluminöseren Injektionspräparates ermöglichen, ohne dass man ein anderes Format für das spezielle Objekt zu wählen hat.

Ich ziehe eine Glasplatte, nach Art der englischen Sammlungen, 3 Zoll britisches Maass lang auf 1 Zoll Breite (72 mm zu 24 mm) allen andern vor (Fig. 92).

Fig. 92. Englischer Objektträger.

Auch die von Bourgogne in Paris, von Rodig in Hamburg und Anderen stammenden Präparate haben dieses bequeme und hübsche Format. Grössere Glasplatten sind nicht nothwendig und erscheinen allzu plump. Kleinere sollten aber auch nicht zur Verwendung kommen. Ein von Giessen vorgeschlagenes Format

*) Um in einem Präparate eine kleine Stelle rasch wieder auffinden zu können, hat man sehr verschiedene Indikatoren oder Finder vorgeschlagen. Man kann feine Theilungen (wie sie ein Maassstab hat) auf schmale Papierstreifchen lithographiren lassen und zwei derselben neben eine schmale und eine breite Seite des Deckgläschens aufkleben (z. B. rechts und unten Fig. 92). Ein rechtwinkliges Metallplättchen oder besser noch ein kleiner Winkel, bestehend aus zwei schmalen, unter 90° zusammenstossender Messingstreifen dient zur Ermittelung der betreffenden Stelle des Objektes, welche man auf das Präparat notirt und leicht durch das Auflegen des Plättchens oder Winkels wieder findet. — Die beste — weil einfachste — Vorrichtung hat übrigens Hoffmann angegeben. Man ritzt zu beiden Seiten der Oeffnung auf den Objekttisch seines Mikroskops zwei Kreuze, das eine stehend (+), das andere liegend (×) ein. Befindet sich nun eine zu markirende Stelle des Präparates im Zentrum des Sehfeldes, so trägt man mit Tinte die beiden gleichen Kreuze genau über denen des Objekttisches auf die Glasplatte auf. Später hat man nur jene Marken wieder über einander zu bringen, um den Gegenstand sogleich zu finden.

von 48 mm Länge auf 28 mm Breite ist unschön und viel weniger bequem als das englische.

Will man auf einander geschichtet, mit möglichster Raumersparung, mikroskopische Präparate bewahren oder versenden, so ist die Anbringung sogenannter Schutzleisten zu empfehlen, schmaler Glasstreifen, welche zu beiden Seiten des Objektes quer auf die Glasplatte gekittet werden. Sie müssen natürlich höher als Deckgläschen und Zelle sein. Immer aber wird durch diese an sich ganz praktische Einrichtung der für die Etiketten nothwendige Raum in unliebsamer Weise verkleinert. Benützt man für die Etiketten ein sehr dickes Papier, so kann man jene unschöne Beigabe des Präparates vermeiden.

Zum Konserviren und Ordnen bedient man sich einmal Kästchen von Holz oder Pappe mit gezähnelten Holzleisten an den Seiten, welche die Glasplatten fest halten. Da diese letzteren hierbei vertikal stehen und bei noch nicht ganz erhärtetem Harz oder flüssigem Einschlussmittel leicht Senkungen des Präparates stattfinden können, verdient die aufrechte Stellung derartiger Kästchen den Vorzug. Andererseits kann man Platten von Holz oder Pappe mit sehr niedrigem Rande oder ganz flache Schubladen verwenden, die entweder wie diejenigen einer Kommode vorziehbar sind oder einfach auf einander stehend aus dem Kasten mittelst zweier Tragebänder herausgehoben werden können. Man hat natürlich so die Bequemlichkeit, Objekte von dem verschiedensten Format zugleich plaziren zu können und vermeidet das Senken des Präparates. Zum Transportiren taugt aber jene Einrichtung nicht.

Wie bei allen Sammlungen (und mit dem Heranwachsen derselben in erhöhtem Grade) ist Ordnung und zeitweiliges Revidiren auch hier dringend nothwendig.

Wohl jeder stärker beschäftigte Mikroskopiker der Gegenwart besitzt seine eigene Präparatensammlung, ebenso die verschiedenen mikroskopischen Vereine Deutschlands (z. B. derjenige in Frankfurt a/M. und in Giessen), sowie die Microscopical Society in London.

Unter den Privatsammlungen erwähnen wir in Wien die berühmte von Hyrtl (Injektionspräparate), in Würzburg diejenige von Köllner, in Erlangen von Gerlach, in Leipzig von Thiersch sowie diejenige von Leuckart und His, in Halle von Welcker, in Bonn von Schultze. In Holland findet sich die Sammlung von Harting; in London bei Carpenter, L. Beale, L. Clarke u. A., ebenso im College of Surgeons, in Manchester bei Williamson. Unter den Sammlungen der Schweiz seien in Zürich diejenigen von Goll und mir erwähnt.

Käufliche Präparate kann man bei Hyrtl und G. A. Lenoir in Wien, bei J. D. Möller zu Wedel in Holstein, C. Rodig in Hamburg, bei Schäffer und Budenberg in Magdeburg, in Paris bei Bourgogne (9. Rue de Rennes), in London bei Smith and Beck, ebenso bei Topping (4. New Winchester Street, Pentonville), bei Pillischer (88. New Bond Street) u. A. erhalten. Injektionen und sonstige Präparate des Verfassers sind von Wien durch Lenoir, von Hamburg durch Rodig, in London durch Pillischer, ebenso aus Zürich durch den Optiker Th. Ernst zu beziehen.

Eilfter Abschnitt.

Blut, Lymphe, Chylus, Schleim und Eiter.

Untersuchungen dieser zellenführenden Flüssigkeiten gehören zu den leichteren und einfacheren Arbeiten des Mikroskopikers, indem schon ein Tröpfchen derselben, mit einem Glasstabe auf den Objektträger gebracht und durch ein Deckgläschen zu einer dünnen Schicht ausgebreitet, für die erste Beobachtung ausreicht. Nur auf die Wahl wirklich indifferenter Zusätze, namentlich wenn es sich um die Beobachtung lebender Zellen handelt, ist Sorgfalt zu verwenden.

1) Unter den genannten thierischen Flüssigkeiten ist das Blut die delikateste Masse, so dass zur Erkennung des Normalverhaltens Vorsicht nothwendig wird.

Um menschliches Blut zu untersuchen, hat man nur nöthig, durch einen Nadelstich aus der Fingerspitze einen Tropfen hervortreten zu lassen und mit der Glasplatte aufzufangen. Für nachhaltigere und andauernde Beobachtungen verschafft man sich eine Quantität Blut von einer Venäsektion und schlägt dieses, um den Faserstoff abzuscheiden. Das Blut kleinerer Thiere gewinnt man, indem man denselben ein grosses Gefäss oder das Herz öffnet und den Inhalt in einem Probirröhrchen auffängt. In einem solchen oder einem zylindrischen Gefässe senken sich allmählich die Zellen und das über ihnen stehende Serum wird farblos. Es ist dieses die beste Zusatzflüssigkeit bei der Untersuchung.

Bei der ausserordentlichen Menge, in welcher die farbigen Zellen in dem Blute (Fig. 93, *a. b. c*) vorkommen, bedarf es der Ausbreitung in recht dünner Schicht, wenn anders jene Formelemente zu einer deutlichen Anschauung gebracht werden sollen. Eine leichte Kompression auf das Deckgläschen, mit einer Nadelspitze geübt, wird die Beobachtung wesentlich erleichtern. Dann (Fig. 93) erscheinen im menschlichen Blute unter dem bekannten Bilde kreisförmiger Scheiben diese Zellen, wenn sie ihre breite Seite dem Beobachter zukehren (*a. a*), dagegen in Biskuitform, sobald sie auf der Kante stehen (*c. c*).

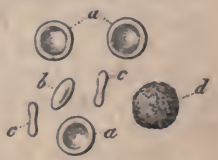


Fig. 93. Blutzellen des Menschen. *aa* von oben; *b* halb, *cc* ganz von der Seite gesehen; *d* ein Lymphkörperchen.

Verdünnungen des Blutes erfordern einige Aufmerksamkeit. Steht Blutserum zur Verfügung, so erfüllt dieses am besten den Zweck. Auch Salz- und Zuckerlösungen, also Krystalloidstoffe, können zur momentanen Untersuchung mit Vortheil verwendet werden, wenn man die richtige Konzentrationsstufe trifft. Sehr passend, wenn man sie gerade zur Hand hat, wirkt hier die Pacini'sche Flüssigkeit (Sublimat, Kochsalz und Glycerin mit Wasser), von welcher früher (S. 127) die Rede war, wie ich denn auch kein anderes Fluidum kenne, das in gleich trefflicher Weise Jahre lang unsere Zellen zu erhalten vermag. Sehr zweckmässig kommt auch hier das Iodserum und nach Rollett ein der Müller'schen Augenflüssigkeit ähnliches Gemisch zur Verwendung. Letzteres besteht aus 1 Theil einer kaltgesättigten Lösung des doppeltchromsauren Kali, aus 5 Theilen einer gleichen Lösung von schwefelsaurem Natron und 10 Theilen Wasser.

Solche Verdünnungen werden auch erforderlich, wenn man die farbigen Blutzellen zum Rollen bringen will, um ihre Gestalt zu erkennen. Der Druck einer Nadelspitze auf den Rand des Deckgläschens wird die gewünschte Strömung in der Flüssigkeit herbeiführen.

Eine genaue Einstellung des Fokus zeigt die farbigen Blutzellen des Menschen mit gelblichem Randtheil und einer farblosen Mitte. Aendert man die Stellung

der Mikroskopröhre ein wenig ab, so gestaltet sich das Zentrum des Blutkörperchens etwas dunkler.

Die farblosen Zellen des Blutes stammen aus den Lymphdrüsen, der Milz und dem Knochenmark. Zu ihrer Wahrnehmung bedarf es ebenfalls der Verdünnung mit einer indifferenten Flüssigkeit und bei der geringen Zahl jener Elemente einigen Nachsuchens (Fig. 94).

Fig. 94. Kontraktile Zellen aus dem Blute des Menschen.

Schon an unmittelbar aus der Ader genommenem menschlichem Blute und mit einer 4- bis 600fachen Vergrösserung wird man dann auch ohne weitere Vorsichtsmaassregeln im Stande sein, die merkwürdigen Gestaltveränderungen der lebenden farblosen Zellen wahrzunehmen, welche in langsamem Wechsel die Reihe der von uns gezeichneten Veränderungen durchlaufen können (Fig. 94). Benützt man jedoch den erwärmbaren Objekttisch (S. 63) und eine Temperatur von 38—40° C., dann wird bei Zusatz von Iodserum das erwähnte Bewegungsspiel ausserordentlich lebhaft. Ein Theil der farblosen Zellen kriecht jetzt wie Amoeben zwischen den farbigen Blutkörperchen umher und bietet in beständigem Formenwechsel die sonderbarsten Gestaltveränderungen dar. Karminkörnchen, Moleküle des Zinnober und Indigo, welche man der Flüssigkeit beigesetzt hat, werden nun leicht in den Zellenkörper aufgenommen (Schultze). Ganz vortrefflich ist ein höchst feinkörniges Anilinblau, welches man aus der alkoholischen Lösung durch Wasser ausgefällt hat. — Fehlt jener Apparat, so kann man sich mit Hülfe der feuchten Kammer an den Lymphkörperchen des Froschblutes bequem von dem gleichen Verhalten überzeugen. Sehr schöne Ansichten erhält man bei letzterem Thiere, wenn man einen frischen Blutstropfen an der Unterfläche des Deckgläschens in einer feuchten Kammer (nach Art unserer Figur 69) gerinnen lässt. Man bemerkt sehr bald, nachdem einmal eine Serumzone an den Grenzen des Koagulum eingetreten ist, dass in diesen Flüssigkeitsring durch lebhafte Auswanderung aus dem Gerinnsel zahlreiche jener amöboiden Zellen eindringen und auch die freie Oberfläche des Koagulum mit jenen sich dicht besetzt (Rollett).

Nach einer anderen Methode, welche in neuer Zeit zu wissenschaftlichen Ergebnissen von höchstem Interesse geführt hat (Cohnheim), wollen wir hier gedenken.

Man spritzt einem Frosche mehrere Tage nach einander geringe Mengen (höchstens ein paar Kem) eines der oben erwähnten feinkörnigen in Wasser suspendirten Farbestoffe in verschiedene jener grossen Lymphräume ein, welche sich unter der Haut befinden. Zur Injektion dient eine jener, in der praktischen Medizin üblichen Pravaz'schen Spritzen. Man wird nun bei Untersuchung eines Blutstropfens eine beträchtliche Menge farbloser Zellen »gefüttert« erblicken. Wir kommen auf diese Dinge später zurück.

Um die Menge beiderlei Zellenarten zu zählen, bedarf man einer Vorbereitung. Die Blutprobe muss natürlich in dünnster Schicht ausgebreitet und der zu überblickende Raum getheilt werden. Ein Okularmikrometer mit quadratischen Feldern in geringer Anzahl erfüllt diesen Zweck. Bei dem so sparsamen Vorkommen der Lymphzellen im normalen Blute des Menschen (0,5, 2—3 pro mille), ebenso bei Säugethieren ist die Zählung einer grossen Menge von Blutkörperchen überhaupt erforderlich, wenn man anders ein nur leidlich genaues Resultat erzielen will. Man sollte nicht unter 10—15,000 stehen bleiben.

Die Flüssigkeit des Blutes, das sogenannte Plasma, erscheint in der Regel vollkommen wasserklar und frei von allen Formbestandtheilen und darum nicht als

Objekt mikroskopischer Beobachtung. In Folge einer überreichen Fettaufnahme in das Blut kann in ihm im Zustande der feinsten Zertheilung, in Gestalt staubartiger Moleküle das unverseifte Fett des Chylus vorkommen (s. unten bei dieser Flüssigkeit).

Eine frühere Zeit hatte die Hoffnung, an der Hand des Mikroskopes Formänderungen der Blutzellen in Krankheiten entdecken und auf diesem Wege sowohl die Diagnose als die pathologische Physiologie fördern zu können. Diese schönen Träume sind im Allgemeinen nicht erfüllt worden. So wechselnd die Mischungsverhältnisse ausfallen, so gleichartig tritt uns in seiner mikroskopischen Erscheinung das Blut entgegen. Ist dieses ja doch in einem Grade der Fall, dass selbst hinsichtlich des normalen Blutlebens noch ein grosses Dunkel herrscht, dass wir Neubildung und Vergehen der Zellen nur höchst unvollkommen begreifen.

Indessen, wenn man auch in endosmotischen Gestaltveränderungen der farbigen Blutzellen, welche hier und da einmal bei einem Krankheitsprozesse beschrieben worden sind, nichts von Bedeutung erblicken kann, ebenso wenig in Fetzen des abgelösten Gefässepithelium, so hat uns doch das Mikroskop in zwei pathologische Prozesse unserer Flüssigkeit einen interessanten Einblick gewährt: wir meinen in die sogenannte Leukämie und Melanämie.

Erstere zusammenfallend mit Volumzunahmen der Milz, oftmals auch zugleich der Lymphknoten und nur selten durch eine Vergrösserung letzterer Organe allein bedingt, führt eine immer steigende Zahl farbloser Zellen dem Blute zu, so dass endlich dem unbewaffneten Auge die Umänderung des Blutes nicht verborgen bleiben kann. Ein Tröpfchen derartigen Blutes (durch einen Nadelstich aus der Fingerspitze gewonnen) zeigt uns eine ansehnliche Menge farbloser Blutkörperchen neben den gefärbten. Es kann dieses so weit gehen, dass auf drei farbige Blutzellen schon eine farblose kommt, ja sogar zwei, und in einzelnen Fällen die Zahl der letzteren Zellenart grösser wird als die der hämoglobinhaltigen. Auch Uebergangsformen beider Zellenarten kann man hier antreffen (Klebs, Ebertu).

Bei bösartigen Formen des Wechselfiebers hat man die vergrösserte Milz von schwärzlichem Ansehen getroffen. Das Mikroskop zeigt als Ursache dieser Farbenveränderung granulirte lymphoide Zellen, oft aber von bedeutenderem Ausmaasse, mit Körnchen des schwarzen Pigmentes im Innern. Ausgeführt durch die Vena lienalis mischen sie sich der Blutmasse bei und treten bei mikroskopischer Prüfung dieser Flüssigkeit hervor. Bei ihrer Grösse geben sie zu Verstopfungen gewisser Haargefässbezirke, namentlich des Gehirnes und der Leber. Veranlassung.

Embryonales Blut wird in der gleichen Weise untersucht. Will man die wohl sehr rasch ablaufenden Theilungsvorgänge der kernhaltigen farbigen Zellen verfolgen, so kommt der erwärmbare Objekttisch zur Verwendung. Die Veränderlichkeit jener Zellen ist übrigens eine sehr grosse, so dass man durch Artefakte hier in Verlegenheit gebracht werden kann.

Recklinghausen hat uns vor einigen Jahren eine merkwürdige Entdeckung mitgetheilt. Man kann im entleerten Froschblute, wenn man es lebend zu erhalten versteht, nach einer Reihe von Tagen Lymphoidzellen in rothe Blutkörperchen sich verwandeln sehen.

Man fängt zu diesem Behufe das Blut in einem geglühten Porzellanschälchen auf und bringt dasselbe in ein grosses Glasgefäss mit feucht erhaltener, täglich erneuerter Luft. Die Gerinnung weicht nach 24 Stunden einem Verflüssigungsprozess; ein paar Tage später haben sich inselartige Ansammlungen kontraktiler Lymphoidzellen gebildet; nach 11—21 Tagen erkennt man die ersten der neugebildeten Blutkörperchen. Bis 35 Tage kann man in derartiger Weise Froschblut ohne Fäulniss aufbewahren.

Durch den elektrischen Entladungsschlag werden nach Rollett die farbigen Blutzellen höckerig, zunächst mit groben, dann mit feinen Zacken. Später gestaltet

sich unter Verschwinden jener Ausläufer das Blutkörperchen zur glattrandigen Kugel, welche schliessliche Entfärbung erfährt (»Stroma«).

Eine ganz merkwürdige Veränderung erleiden ferner die lebenden Blutzellen von Säugethier und Mensch; wenn man sie auf dem Fig. 68 gezeichneten erwärmbaren Objekttisch einer Temperatur von 52° C. aussetzt (Fig. 95). Rasch entstehen eine Anzahl tiefer Einkerbungen, welche baldigst in kuglige Abschnürungen übergehen. Letztere reissen entweder sogleich ab oder bleiben durch lange dünne Stiele noch eine Zeit lang mit dem übrigen Zellenkörper in Verbindung (*a*). Es entstehen hierdurch die wunderlichsten Bilder, rosenkranzförmige Stäbe, gestielte Kugeln und dergleichen. Abgetrennt (*b*) gerathen diese Fragmente sogleich in die lebhafteste Molekularbewegung (Beale, M. Schultze).

Fig. 95. Menschliche Blutzellen auf 52° C. erwärmt.

Behandlung der Blutkörperchen mit chemischen Reagentien sind zur näheren Erforschung ihrer Struktur unentbehrlich und bilden für den Anfänger eine sehr gute Aufgabe, besonders wenn man an die Stelle der kleinen kernlosen Körperchen des menschlichen und Säugethierblutes die grossen gekernten Zellen der nackten Amphibien treten lässt.

Zum Aufquellen (Fig. 96. *a*) verwendet man destillirtes Wasser. Man bemerkt alsbald das Verschwinden der helleren Mittelpartie und erhält ein gleichmässig gelbliches, sich rasch entfärbendes Gebilde, welches beim Rollen die Kugelgestalt erkennen lässt. An den Blutzellen der Fische, Amphibien und Vögel tritt hierbei der granulirte Kern deutlich hervor. Viele wässrige Lösungen im Zustande hoher Verdünnung üben die gleiche Wirkung. Zur Vergleichung wird man zweckmässig die grösseren gekernten Blutzellen der drei ersten Wirbelthierklassen in ähnlicher Weise behandeln. Um Einschrumpfungen (Fig. 96. *b*) zu erhalten, hat man nur nöthig, ein Tröpfchen Blut auf einem Objektträger ein paar Minuten unbedeckt sich selbst zu überlassen, wo dann die bekannten höckerigen und zackigen Gestalten zum Vorschein kommen. Auch ein sehr kleines, dem lebenden Körper durch einen feinen Nadelstich entnommenes Bluttröpfchen bietet nicht selten jene zackenartigen Gestaltungen der Zellen sogleich auf der Glasplatte dar. Aehnliche Wirkungen können wir durch zahlreiche konzentrirte Lösungen, wie von Kochsalz, Zucker und Gummi, erzielen.

Fig. 96. *a* Menschliche Blutzellen unter Wassereinwirkung; *b* in verdunstendem Blute; *c* im aufgetrockneten Zustande; *d* im geronnenen Blute; *e* rollenartig an einander gelagert.

Trocknen wir dagegen die Blutkörperchen schnell auf einer Glasplatte ein, so entsteht das Fig. 96. *c* gezeichnete Bild, eine Gestalt, in welcher die Blutkörperchen sehr gut als bleibende Präparate konservirt werden können.

Andere Reagentien wirken auflösend auf die Substanz und somit auf die Zelle zerstörend ein. Schon verdünnte Säuren üben diesen Effekt, ebenso schwache Lösungen der Alkalien. Konzentrirte Laugen der letzteren jedoch bringen zwar ein Quellen der Blutkörperchen herbei, zerstören aber nach stundenlanger Einwirkung unsere Gebilde nicht. Eine gesättigte Kalilösung ist, wie Donders fand, ein vortreffliches Mittel, um die Zellen des eingetrockneten Blutes wieder sichtbar zu machen.

Manche Stoffe wirken dann auf die Zellensubstanz der Blutkörperchen koagulirend ein. Alkohol, konzentrirtere Chromsäure, Sublimat und andere Metallsalze zählen hierher.

In geschlagenem, aber auch sehr gewöhnlich in einem Tropfen frisch entleerten Blutes beobachtet man ohne weiteres die bekannte Aneinanderlagerung der farbigen Zellen mit ihren breiten Seiten, die sogenannte Rollenbildung (Fig. 96. *e*). Nur die mehr gequollenen und kugligeren Zellen des Milz- und Lebervenenblutes lassen jene Gruppirung vermissen.

Um die Gestaltung des geronnenen Blutes zu ermitteln, lässt man entweder einen Tropfen auf der Glasplatte koaguliren, oder man entnimmt dem Blutkuchen möglichst dünne Schnitte. Man wird dann die Zellen in einer homogenen, faltig oder faserig erscheinenden Fibrinschicht eingebettet erblicken (Fig. 96. *d*).

Bei der Untersuchung von Blutextravasaten sind, wenn der Zustand der Zellen richtig beurtheilt werden soll, indifferente Zusätze erforderlich.

Frische Blutklumpen werden bei der mikroskopischen Analyse unter gleicher Behandlung ihren Ursprung zu erkennen geben. Man wird beispielsweise im Stande sein, an der Gestalt und Grösse der Zellen Vogelblut von dem des Menschen zu unterscheiden u. a. m., und so Betrügereien auf die Spur zu kommen. Misslich und in vielen Fällen unmöglich wird es, an alten eingetrockneten Blutmassen eine Entscheidung zu gewinnen. Der Charakter eines verdächtigen Fleckes, als von Blut herrührend, lässt sich dagegen durch die Teichmann'sche Häminprobe auf das Sicherste erkennen, ein Gegenstand, auf welchen wir zurückkommen werden.

Handelt es sich um die weitere Untersuchung der farblosen Blutzellen, so sind die bei Lymphe und Chylus angegebenen Hülfsmittel anzuwenden.

Tingirungen der farbigen Blutkörperchen mit Karmin gelingen nur unter Umständen, leicht aber mit Anilinroth; doch bieten sie keinen Vortheil dar.

Um Blutzellen als Sammlungspräparate bleibend zu bewahren, kann man sehr zweckmässig die oben erwähnte Methode des raschen Eintrocknens verwenden. Ich besitze mehr als 20 Jahre alte Präparate von verschiedenem Thierblut, welche Nichts zu wünschen lassen.

Zum feuchten Einschlusse menschlicher Blutzeilen eignet sich die früher erwähnte Pacini'sche Flüssigkeit; für die farblosen Zellen des Blutes dient das zweite der von Pacini angegebenen Gemische (s. S. 127).

Auch Sublimatlösungen, wie früher (S. 128) angeführt, sind empfohlen worden. Harting verwendet für die Blutzellen des Menschen und der Säugethiere 1 Theil Quecksilberchlorid in 200 Wasser, für die Vögel 1 auf 300, für den Frosch 1 auf 400. Für embryonale Blutzellen benützte Remak sehr schwache Lösungen des doppeltchromsauren Kali, der Chromsäure (0,03%) und des Sublimat (0,03%).

Wir würden uns einer wesentlichen Lücke schuldig machen, wollten wir hier nicht der verschiedenen, aus den farbigen Blutkörperchen zu erhaltenden Krystallisationen gedenken. Ueber diesen Gegenstand ist in unsern Tagen eifrig und nachhaltig gearbeitet worden; aber von wissenschaftlicher Seite lässt diese Materie bis zur Stunde noch Vieles zu wünschen übrig.

Aus dem Blute des Menschen und der verschiedenen Wirbelthiere kann die farbige Substanz der Zellen krystallinisch erhalten werden; es entstehen die sogenannten Blutkrystalle. Man hat diese Substanz Hämoglobin oder Hämatokrystallin genannt. Mannichfache Untersuchungen von Funke, Lehmann, Kunde, Teichmann, Rollett, Bojanowski, Hoppe, Preyer u. A. sind über diese merkwürdigen Gebilde angestellt worden, nachdem schon früher Reichert einen krystallisirten farblosen Eiweisskörper aufgefunden hatte.

Nach der verbreiteten Annahme zeigen die Blutkrystalle verschiedene Formen, Prismen, Tetraeder, hexagonale Tafeln und Rhomboeder. Die prismatische Gestalt gilt als die verbreitetste und erscheint beim Menschen und den meisten Säuge-

thieren (Fig. 97. *a. c*), woneben man noch rhombischen Tafeln begegnen kann (*b*); Tetraeder (aber nicht reguläre) bildet das Hämoglobin beim Meerschweinchen (*d*) und, wie gewöhnlich angeführt wird, bei der Maus; Rhomboedern begegnet man beim Hamster (*e*), hexagonalen Tafeln (*f*) beim Eichhörnchen (und der Maus?) *).

Fig. 97. Blutkrystalle des Menschen und verschiedener Säugethiere. *a* Blutkrystalle aus dem Venenblut des Menschen; *b* aus der Milzvene; *c* Krystalle aus dem Herzblut der Katze; *d* aus der Halsvene des Meerschweinchens; *e* vom Hamster und *f* aus der Jugularis des Eichhörnchens.

Hinsichtlich der Darstellungsweise der Blutkrystalle beschränken wir uns auf die nachstehenden Angaben.

Für die mikroskopische Beobachtung bereitet man sich dieselben nach der Vorschrift Funke's. Man bringt einen Tropfen Blut auf die Glasplatte, wo er in Berührung mit der Luft während einiger Minuten stehen bleibt. Dann setzt man einen Tropfen Wasser hinzu und haucht das Ganze ein paar Mal an. Jetzt wird es, mit einem Deckgläschen bedeckt, zur langsamen Abdunstung hingestellt, wobei die Einwirkung des Lichtes die Krystallisation befördert.

Bojanowski empfiehlt das nachfolgende Verfahren: Blut, wie es aus der Ader gelassen wird, oder noch besser solches, welches aus den Gefässen eines todten Thieres entnommen ist, wird in einem Gefässe 2—4 Tage lang an einem kühlen Orte aufbewahrt, wobei der Blutkuchen zu einer dickflüssigen, dunkelrothen bis schwarzen Masse zu zerfliessen beginnt. Ein Tropfen dieser Flüssigkeit wird auf den Objektträger gebracht, bedeckt und einige Stunden lang dem Lichte ausgesetzt. Dann trifft man die Krystalle. Ist das Blut, welches zur Darstellung dienen soll, zu dickflüssig, so kann der Tropfen passend mit ein wenig destillirtem Wasser versetzt werden.

Rollett, der ebenfalls eine werthvolle Arbeit über die Blutkrystalle geliefert hat, bedient sich eines Blutes, in welchem die Zellen durch Gefrierenlassen und Wiederaufthauen zerstört worden sind. Auch im elektrisirten Blute tritt die Krystallbildung leicht ein, so bei dem des Meerschweinchens (welches überhaupt unter allen Blutarten am leichtesten krystallisirt), oft so rasch, »als habe man die Krystalle mit dem Funken herausgeschlagen«. Blut, aus welchem die Gase ausgepumpt sind, eignet sich gleichfalls zur Erzielung des Hämatokrystallin sehr gut.

Auch Chloroform unter Luftzutritt ruft unsere Krystalle hervor (Böttcher).

Krystalle des Clorwasserstoff-Hämatin hat uns Lehmann darstellen gelehrt (Fig. 98. 99).

Man erhält sie aus frischem Blute oder zwei Tage alten grösseren Blutflecken durch Behandlung mit essig- oder oxalsäurehaltigem Alkohol und Aether (1 Theil Alkohol, 4 Theile Aether und $^1/_{16}$ Theil Oxalsäure). Aufbewahrt in festschliessender Flasche scheidet die Flüssigkeit dann die Krystalle allmählich aus, schneller bei einem Zusatz von an der Luft zerflossenem Chlorcalcium. Bei rascherer Abscheidung kommen mehr die Fig. 98 unten gezeichneten nadelartigen Krystallformen

*) In Wirklichkeit gehören fast alle Blutkrystalle dem rhombischen Systeme an, dem hexagonalen nur die des Eichhörnchens.

vor, bei langsamerer entweder die sechseckigen Tafeln der Fig. 98 oder die Krystalle, welche Fig. 99 darstellt. Diese erscheinen in langer schmalblätteriger Gestalt ein- und zweimal um ihre Längsaxe gedreht. Sie sind sehr dünn, bräunlich und bräunlichgrün durchscheinend, wie sie die obere Hälfte von Fig. 99 uns zeigt. Lässt man die Krystalle in jenem Alkohol-Aethergemisch, aus welchem sie sich abgesetzt haben, längere Zeit verweilen, so entstehen die in der unteren Hälfte (nach rechts) jener Zeichnung gegebenen Krystalle einer anderen Modifikation, quadratische oder auch rhombische, schwarze Tafeln, welche bei einer genaueren Prüfung sich als flache rhombische Oktaeder herausstellen.

Fig. 98. Krystalle des Chlorwasserstoff-Hämatin.

Krystalle derselben Hämatinmodifikation hat Teichmann dargestellt und Hämin genannt. Es wird der Blutfarbestoff in seinen verschiedenen Zuständen durch heisse konzentrirte Essigsäure gelöst, um beim Erkalten krystallinisch sich abzuscheiden. Bedingung zur Abscheidung ist die Gegenwart von Chloralkalien. Man erhält die Häminkrystalle unter dem Fig. 100 gezeichneten Ansehen als rhombische Tafeln von schwarzbrauner, bisweilen schwärzlicher, selten heller brauner Farbe.

Frisches, von Fäulniss zersetztes, eingetrocknetes Blut, ja die ältesten Blutflecke lassen die uns hier beschäftigenden Krystalle bei passender Behandlung entstehen, so dass das Hämin in forensischer Hinsicht von grosser Wichtigkeit ist und das beste Mittel bildet, um einen verdächtigen Fleck als von Blut herrührend zu erkennen*).

Fig. 99. Krystallformen des Chlorwasserstoff-Hämatin.

Will man eine etwas grössere Menge darstellen, so kocht man eine Quantität Blut mit dem 10—20fachen Volumen Eisessig etwa während einer oder zwei Minuten und filtrirt. Beim Erkalten wird die Flüssigkeit getrübt und ein schwärzlicher Hauch setzt sich ab, bestehend aus den Häminkrystallen. Für die momentane Demonstration bediene man sich folgenden Verfahrens: Ein Tropfen Blut wird auf dem Ohjektträger über der Spirituslampe rasch aufgetrocknet, dann als ein Pulver mit einer Messerspitze abgekratzt. Man bringt etwa 10—20 Tropfen wasserfreie Essigsäure zu, lässt ein paar Mal aufkochen und setzt dann den Objektträger für wenige Minuten zur Seite. Auch ein Blutstropfen mit 15—20 Tropfen Eisessig in einem Uhrglase auf den Ofen gestellt, bildet unter Verdunsten die betreffenden Krystalle. Ebenso scheiden sich dieselben ab, wenn man frisches Blut mit einem Ueberschuss konzentrirter Essigsäure versetzt. Nach einigen Tagen hat sich an der Oberfläche ein aus jenen bestehendes Häutchen gebildet: nach Wegnahme desselben entsteht ein zweites u. s. f.

Um aus einem alten Blutfleck die Häminkrystalle zu erhalten, trennt man die befleckte Substanz los, übergiesst sie in einem Reagensgläschen mit Eisessig, kocht

*) Ueber den Werth der Häminkrystalle in forensischer Hinsicht, sowie über mögliche Verwechslungen vgl. man den Aufsatz von Büchner u. Simon (Virchow's Arch. Bd. 17. S. 50).

ein paar Minuten lang und filtrirt sie in ein Uhrgläschen. Die Flüssigkeit, mit neuem Eisessig übergossen, wird dann an einem warmen Orte der Verdunstung überlassen. Ich verdanke der Güte von Dr. A. Schmidt in Frankfurt ein Präparat des Hämin, welches aus einem bei Sand's Hinrichtung blutgetränkten Taschentuch gewonnen worden ist.

Fig. 100. Krystalle des Hämin.

Häminkrystalle lassen sich bei ihrer Beständigkeit sehr leicht als mikroskopische Präparate aufbewahren. Man schliesst sie entweder trocken oder in Glycerin liegend ein.

In alten Blutextravasaten, z. B. denjenigen des Gehirns, in hämorrhagischen Milzinfarkten, obliterirten Venen, im Corpus luteum entstehen die von Virchow entdeckten Krystalle des sogenannten Hämatoïdin (Fig. 101), welches von dem in der Galle vorkommenden Bilirubin verschieden ist. Sie kommen gewöhnlich in kleinen rhombischen Prismen von lebhaft orange- oder rubinrother Farbe mit dunklen karminrothen Ecken und Rändern vor. Daneben wird man häufig amorphen Abscheidungen des Hämatoïdin in körnigen und kugligen Massen begegnen.

Fig. 101. Krystalle des Hämatoïdin. (Gewöhnliche Form.)

Aus den Eierstöcken der Kühe gelang es Staedler durch Behandlung mit Chloroform oder Schwefelkohlenstoff ungewöhnlich grosse, bis gegen 0,4 mm messende Krystalle unseres Farbestoffs zu gewinnen (Fig. 102). Dieselben treten unter dem Mikroskop zuerst als spitzwinklige dreiseitige Tafeln auf mit einer konvexen Seite (*a*). Doch kann diese eine konvexe Seite auch durch zwei gerade Linien ersetzt werden, so dass deltoïdische Tafeln (*b*) entstehen. Zwei derartiger Tafeln pflegen dann zwillingsartig zu verwachsen, indem ihre konvexen Seiten sich berühren oder übergreifend verschmelzen (*b. c*). So entstehen dann die für das Hämatoïdin (Fig. 101) gewöhnlich gezeichneten rhombischen Tafeln; in der Regel zunächst noch mit Einschnitten an der Stelle des stumpfen Winkel des Rhombus, welche sich allmählich ausfüllen (*d d*). Nicht selten verwachsen auch mit den beiden ersten Krystallindividuen zwei andere zwillingsartig, so dass nun vierstrahlige Sterne erscheinen (*e*). Durch Ausfüllung ihrer einspringenden Winkel entstehen dann vierseitige Tafeln, welche durch Dickenzunahme schliesslich das Ansehen etwas geschobener Würfel (*f. g*) erlangen (Staedler).

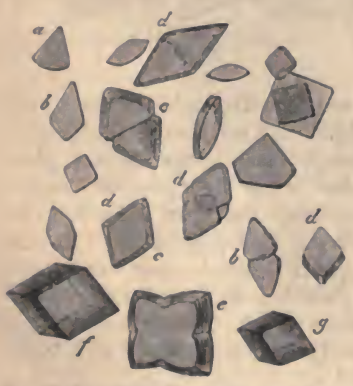


Fig. 102. Sehr grosse Hämatoïdinkrystalle aus dem Ovarium der Kuh durch Behandlung mit Chloroform erhalten.

Man bewahrt die Hämatoïdinpräparate entweder trocken oder in Glycerin leicht und gut auf.

Wir haben den interessantesten Theil dieses Abschnittes für das Ende verspart; es ist noch der Strömung des Blutes im lebenden Thierkörper zu gedenken.

Um Blut in den Gefässen eines lebenden Thieres strömen zu sehen (Fig. 103), hat man durchsichtige Lokalitäten zu wählen. Die Schwimmhaut an den Hinterfüssen des Frosches, der durchsichtige Schwanz bei Frosch- und Tritonlarven, Fischembryonen

und kleine ausgeschlüpfte Fischchen eignen sich für die ersten Beobachtungen vortrefflich.

Bei Froschlarven umwickelt man mit einem Streifchen befeuchteten Löschpapiers den Vorderkörper und bedeckt den Schwanz unter Wasserzusatz mit einem dünnen Deckgläschen. Für Frösche selbst nehme man eine Holz- oder Korkplatte mit einem etwa 5—6 Linien grossen Glasfenster, welches über das Loch des Objekttisches zu stehen kommt. Von einem befeuchteten Lappen umwickelt oder einem Leinwandbeutelchen umschlossen bindet man den Frosch durch einen stärkeren Faden auf die Platte und spannt (aber ohne allzustarke Dehnung) durch Stecknadeln die Schwimmhaut aus. Letztere wird mit Wasser befeuchtet und mit einem dünnen, am besten dreieckig oder rhombisch zugeschnittenen Plättchen bedeckt. Statt der einfachen Holzplatte kann man ein kleines Tischchen passend herstellen, welches den Frosch trägt. Man hat förmliche Froschhalter erfunden, die sehr überflüssig sind. Verfügt man über das merkwürdige Muskelgift Kurare, so genügt eine Minimalmenge derselben unter die Haut eingespritzt, unser Thier nach einigen Stunden für lange Zeit, einen bis zwei Tage, bewegungslos zu machen, so dass man mit den einfachsten Vorrichtungen ausreicht. Ein ansehnlich grosser Objektträger, auf welchen eine dickere kleine rechteckige Glasplatte und ein sie umgebender Korkring zum Aufstecken der Zehen aufgekittet sind, genügt alsdann. Bei Kaulquappen kann man einfach den Vorderkörper mit einem Streifen Löschpapier umwickeln und den Schwanz unter Wasserzusatz mit einem grossen dünnen Deckgläschen bedecken. Ganz zweckmässig für die Untersuchung von Larven nackter Amphibien und jungen Fischchen sind Objektträger mit länglichen viereckigen Gruben, wie sie F. E. Schulze vorgeschlagen hat und unsere Fig. 104 im Durchschnitt versinnlicht. Unter die Kante *a* kommt der Kopf, auf die geneigte Fläche *b* der Schwanz des Thieres zu liegen und das Ganze wird mit einer dünnen Glasplatte überdeckt. Man kann sich sehr leicht den Apparat herstellen, indem man vier Glasstücke auf einen Objektträger durch einen Kitt befestigt.

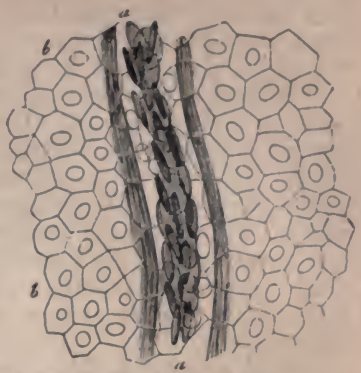


Fig. 103. Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches. *a* Das Gefäss mit den farbigen Blutkörperchen im Axentheil und den farblosen Zellen als Wandungsstrom. *b* Die Epithelialzellen des Gewebes.

Fig. 104. Objektträger für Frosch- und Tritonlarven.

Zu Kreislaufsbeobachtungen verwende man anfangs ganz schwache Linsensysteme, um einen grösseren Ueberblick der Stromverhältnisse zu gewinnen. Dann gehe man zu den stärkeren Vergrösserungen über, mit welchen man das Detail namentlich in Haargefässen erforschen muss. Dass die scheinbare Geschwindigkeit des Strömens hierbei bedeutend zunimmt, bedarf keiner Bemerkung. In Wirklichkeit ist diese für den Haargefässbezirk gar keine bedeutende. Das Froschblutkörperchen durchläuft in einer Sekunde den fünften oder vierten Theil einer Linie.

Im Gegensatz zu den farblosen Elementen des Blutes geht den farbigen beim erwachsenen Thiere jede vitale Kontraktilität ab, wie grade solche Kreislaufsbeobachtungen des Frosches am besten lehren, indem hier nur einzelne passive Veränderungen der so dehnbaren und elastischen Zellen zu erkennen sind.

Von Interesse ist eine in neuerer Zeit gemachte Wahrnehmung über ein abweichendes Verhalten der Blutzellen des Säugethiers. Diese erscheinen, so lange

sie im Kreislauf befindlich, nur sehr selten in der oben besprochenen Form des ruhigen Zustandes, bieten vielmehr die allerverschiedenartigsten Gestalten dar, so dass dasjenige, was beim Frosch eine Ausnahme bildet, zur Regel geworden ist. Auch hier handelt es sich nur um einen passiven Zustand, denn sobald Ruhe eintritt, nehmen die Zellen die bekannte Napfform wieder an (Rollett).

Will man die Kreislaufsverhältnisse während des Entzündungsprozesses studiren, so empfiehlt sich das Mesenterium des Frosches (Cohnheim). Man nehme eine hinreichend grosse Glastafel, kitte auf diese eine fast liniendicke kleine Glasscheibe (etwa von 12 mm Durchmesser) und um diese herum einen schmalen (ungefähr 1 mm breiten) Korkring auf. Einem durch Kurare gelähmten Frosch spaltet man mit einem links angebrachten Schnitt die Bauchdecke, zieht das Mesenterium hervor und befestigt die Darmschlinge mit ein paar feinen Nadeln auf dem Korkring. Der einfache Luftreiz ruft die Entzündung herbei und, wenn anders das Mesenterium vor Eintrocknen geschützt wird, kann man viele Stunden hindurch beobachten.

Auch kleine Säugethiere, durch Aether oder Chloral in Narkose erhalten, lassen sich, freilich mit mannichfach verwickelten Apparaten, zu derartigen Beobachtungen verwenden (Stricker und Sanderson).

Doch kehren wir zum Mesenterium unseres Frosches zurück! Erweiterungen der Gefässe (am wenigsten der Kapillaren) treten allmählich ein, langsameres Strömen folgt, zahlreiche Lymphoidzellen sammeln sich in der farblosen Randschicht der Venen. Durch die unverletzten Wandungen der letzteren und der Haargefässe beginnt die Auswanderung der Lymphoidzellen; durch die Kapillaren gelangen auch farbige Blutkörperchen in das Nachbargewebe. Nach einem halben bis ganzen Tag, wo eine graulich matte Schicht von Eiterzellen die Oberfläche des Mesenterium deckt, sind diese merkwürdigen Dinge in Fülle eingetreten. Die Eiterzellen kamen also aus den Blutgefässen (Cohnheim). Hatte man vorher feinkörnige Farbe in einen Lymphsack des Thieres eingespritzt, so sind jene zum Theil farbehaltig.

Bewirkt man durch Unterbindung der Schenkelvene dagegen eine Blutstauung, so zeigt die Schwimmhaut unseres Thieres in den Gefässen dichte Zusammenpressung der Blutkörperchen. Auch hier kommt es zum passiven Durchtritt farbiger Blutzellen. Dagegen kann in der Beengung des überfüllten Gefässes das lebendige Zusammenziehungsvermögen der Lymphoidkörperchen sich fast nicht äussern. Ihre aktive Auswanderung fehlt im Allgemeinen hier oder ist nur eine ganz geringe.

Auch im normalen Leben findet eine derartige Emigration der Lymphoidkörperchen statt. Die beweglichen, die Lücken des Bindegewebes durchwandernden Zellen zählen dahin.

Die schönen Beobachtungen Cohnheim's (welche ältere Ansichten von A. Waller bestätigen) besitzen eine ausserordentliche Tragweite und haben in schneller Folge eine ganze Literatur hervorgerufen. Noch ist allerdings keine Abklärung der Meinungen erfolgt. Stammen alle jene Wanderzellen und Eiterkörperchen aus dem Blute, sind sie ausgewandert keiner Vermehrung durch Theilung mehr fähig? Können sogenannte Eiterzellen nicht aus den zelligen Elementen des Bindegewebes hervorgehen? Vermögen jene Auswanderer endlich in andere Gewebeelemente sich umzuformen? Letzteres ist nicht zu bezweifeln; und auch für jene Theilung der Lymphoidzellen, sowie ihre Entstehung aus den Zellen des Bindegewebes sind namhafte Beobachter eingestanden. Wir kommen auf Einzelnes später zurück.

2) und 3) Die Untersuchung von Lymphe oder Chylus gehört ebenfalls zu den leichtesten; nur die Gewinnung des Materials verursacht einige Vorbereitungen. Um Lymphe zu erhalten, tödtet man ein Säugethier durch einen Schlag vor den Kopf und unterbindet ihm nach sofortiger Eröffnung der Brutshöhle den Ductus thoracicus. Schon nach einer Viertelstunde wird man Anschwellungen der Lymph-

gefässe treffen, ansehnlichere, wenn man längere Zeit wartet. Ist das Thier einige Stunden nach einer reichlichen, fetthaltigen Mahlzeit getödtet worden, so tritt die Chylusbahn, mit milchweisser Flüssigkeit erfüllt, auf das Schönste hervor. Kleinen pflanzenfressenden Säugethieren, z. B. Kaninchen, kann man eine elastische Schlundsonde in die Speiseröhre einführen und durch dieselbe mit der Injektionsspritze Milch reichlicher in den Magen treiben, wo dann später nach einem mehrstündigen Intervall die Chylusbahn in prächtiger Füllung getroffen wird.

Die Lymph- oder Chylusgefässe unterbindet man dann in einem etwa 1 Zoll langen Stücke an beiden Enden und präparirt sie vorsichtig aus dem Bindegewebe heraus. Verunreinigungen des getrennten Gefässes entfernt man durch Abspülen in Wasser. Wieder abgetrocknet wird das Stück über einem Uhrglas oder einem Objektträger aufgeschnitten.

Will man nur Lymphkörperchen rasch demonstriren, so bietet jede angestochene Lymphdrüse das nothwendge Material.

Fig. 105. Zellen der Lymphe.

In Lymphe und Chylus findet man dann bei 2—400facher Vergrösserung die charakteristischen Zellen (Fig. 105), die nämlichen, welche wir schon im Blute als farblose Blutkörperchen kennen gelernt haben. In ihrer natürlichen Flüssigkeit untersucht werden jene Gebilde in der Regel nichts Anderes als eine granulirte Kugel (Fig. 105, 1—4) von wechselndem Ausmaass erkennen lassen. Nimmt man diese Untersuchung mit den nothwendigen Vorsichtsmaassregeln vor, so findet man auch hier den gleichen Formenwechsel der Zelle als Zeugniss einer vitalen Kontraktilität, dessen wir oben (S. 138) bei den farblosen Elementen des Blutes gedacht haben.

Um den weiteren Bau (Kern und Körpermasse) heraustreten zu machen, wendet man Wasser oder äusserst verdünnte Essigsäure an. (Stärkere Säure löst Hülle und Zelleninhalt bald auf.) Die Zeichnungen 5—13 stellen jene Umänderungen dar. Will man tingiren, so kommen die ammoniakalische Karminlösung, Fuchsin und Anilinblau zur Verwendung.

Bekanntlich finden sich im milchweissen Chylus als Ursache der Farbe zahllose Fettmoleküle im Zustande feinster Vertheilung. Diese »Stäubchen« bedürfen starker (4—600facher) Vergrösserungen.

Zur Aufbewahrung empfiehlt sich das S. 127 (Nr. 3) erwähnte Gemisch aus Sublimat (1), Kochsalz (1) und Wasser 300: auch die zweite der von Pacini angegebenen Flüssigkeit kann zur Verwendung kommen.

4) Der Schleim verlangt keinerlei Vorbereitung. Man bringt denselben entweder von der Schleimhautoberfläche mit einer Skalpellklinge abgekratzt, oder indem man entleerten Schleim aus der Nase, den Respirationsorganen etc. verwendet, in mässiger Menge auf die mikroskopische Glasplatte. Ungewöhnlich zähe Schleimmassen schneidet man hierbei mit einer Scheere durch.

Die mikroskopische Beobachtung (mit einer 2—400fachen Vergrösserung) zeigt uns eine ziemlich ungleiche Beschaffenheit. In sehr wechselnder Menge begegnen wir der nämlichen farblosen, granulirten Zelle, welche als farbloses Blutkörperchen, sowie als Bestandtheil von Lymphe und Chylus so eben besprochen wurde, der »Lymphoidzelle«. Man giebt ihr den Namen des Schleimkörperchens, und nur in dem Mundhöhlenschleim heisst das Gebilde Speichelkörperchen. An letzterem Orte, mit der dünneren, wässrigen Flüssigkeit zusammenfallend, bemerkt man im Innern der Zelle Körnchenbewegung. Diese kann demgemäss durch Zusätze konzentrirterer Lösungen zum Stillstand gebracht, ebenso in allen anderen Lymphoidzellen durch Versetzung in eine sehr wasserreiche Umgebung hervorgerufen werden (C. Richardson). Hierzu kommen wiederum in sehr wechselnder Menge die abgestossenen Zellen der jedesmaligen Epithelial-

formation, ebenso die abgetrennten Zellen der verschiedenen Schleimhautdrüsen. Bei seiner zähen Beschaffenheit enthält der Schleim sehr gewöhnlich eingeschlossene Luftblasen. Ferner zeigen sich noch gar mancherlei fremdartige Zumischungen, Speisereste, z. B. Fleischfasern, Amylonkörner, Staubtheile, Pilzfäden u. a. mehr. Die Erkennung letzterer Bestandtheile erfordert schon eine gewisse Uebung.

Zur Aufbewahrung des Schleims habe ich mehrere konservirende Flüssigkeiten ohne sonderliches Resultat bisher versucht.

5) Die nämliche granulirte Zellenformation — wir wissen es bereits — kommt endlich noch als Bestandtheil einer pathologischen Flüssigkeit, des Eiters, vor und wird dann mit dem Namen der Eiterzelle oder des Eiterkörperchens versehen.

Nicht durch die Beschaffenheit, wohl aber durch die Menge ihrer Zellen lässt sich eine Flüssigkeit als Eiter erkennen.

Die Eiterzellen sind zunächst die ausgetretenen und an der Reizungsstelle angesammelten farblosen Blutkörperchen. — Man hat früher auch eine Entstehung jener Gebilde im Innern von Epithelialzellen (Fig 106) annehmen wollen, wo durch Zerstörung der Mutterzellen die Inhaltszellen frei würden (Remak, Buhl, Rindfleisch). Die Beobachtungen sind allerdings richtig. Untersucht man in den ersten Tagen eines Katarrh das dünne wässerige Sekret der Schleimhaut, so gewahrt man nach der Verschiedenheit der Epithelien neben freien Eiterkörperchen, gewöhnliche abgelöste Epithelien und andere mit einem Inhalte, wie ihn die erwähnte Figur versinnlicht. Doch die Deutung wird wohl eine andere werden müssen. Es sind eben jene Vagabunden des Körpers, jene Wanderzellen, aus dem Schleimhautgewebe in Epithelialzellen eingedrungen, welche uns hier vorliegen.

Fig. 106. Eiterkörperchen des Menschen und Säugethiers im Innern von Epithelialzellen liegend.

Von einer möglichen und wahrscheinlichen Eiterkörperchenbildung aus den Bindegewebezellen handeln wir später einmal. An der Oberfläche der Schleimhäute kommt es natürlich zu keiner Ansammlung der Eiterzellen. Auch im Innern der Organe können sie später durch das Gewebe zerstreut getroffen werden (z. B. in der entzündeten Hornhaut); dann vermögen sie unter den Epithelien sich in grösserer Menge anzuhäufen, die Epithelialdecke schliesslich abzustossen und so eine Erosion und ein Geschwür zu veranlassen oder endlich in inneren Theilen befindlich durch Einschmelzung des Nachbargewebes zur Bildung eines Abszesses Veranlassung zu geben.

Die Eiterkörperchen werden natürlich in derselben Weise untersucht, wie die Elemente von Lymphe und Chylus.

Die lebendigen Formveränderungen der Eiterzellen sind uns seit einigen Jahren bekannt geworden. Hat sich nach etwa zwei Tagen in Folge einer entzündlichen Reizung der Hornhaut des Frosches dessen Humor aqueus getrübt, so zeigt der letztere in Menge sich energisch kontrahirende proteusartige Zellen (Fig. 107). Dünne fadenförmige Ausläufer können dem Eiterkörperchen eine strahlige Gestalt verleihen (*a*), welche später in unregelmässig zackige Formen (*b*) übergehen mag. Nicht selten verzweigen die Ausläufer sich weiter, und durch das Zusammentreffen und Verfliessen benachbarter Aeste (*c*) entstehen netzartige Fortsätze (*c d*). Bisweilen zeigen sich vorübergehend lange gestreckte Formen (*e f*). Eine Aufnahme benachbarter kleiner Moleküle, etwa des zugesetzten Karmin, ins Zelleninnere lässt sich hier ebenfalls beobachten (*b*).

Auch die Eiterzellen des Menschen und der Säugethiere besitzen einen ähnlichen vitalen Formenwechsel.

Finden sich derartige Zellen in den Hohlgängen eines festeren Gewebes, z. B. in der Hornhaut, so erkennt man eine gleiche Gestaltveränderung. Allerdings erscheint, durch den engen Raum gezwungen, die Zelle hier gewöhnlich gestreckt und verschmälert.

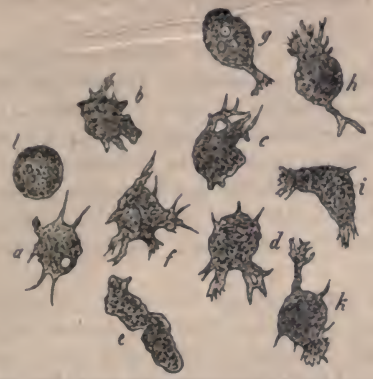


Fig. 107. Kontraktile Eiterzellen aus dem Humor aqueus des Frosches. *a—k* vitale Veränderungen der Zelle; *b* ein Eiterkörperchen mit Karminkörnchen im Innern; *l* die abgestorbene Zelle.

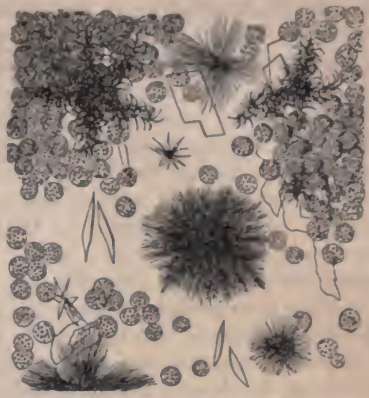


Fig. 108. Saurer Eiter aus einem alten Abszess des Oberschenkels.

Eine solche Lokalität bietet dann auch die beste Gelegenheit, das schon früher erwähnte Fortrücken oder Wandern derartiger kontraktiler Gebilde durch die erwähnten Gänge zu verfolgen. Es ist nicht selten ein ziemlich energisches. — Indessen bedarf man hierzu nicht einmal eines entzündeten Organes, denn schon in der normalen Cornea kommt ja dieselbe lymphoide Zelle mit dem gleichen Wechsel und dem nämlichen Fortrücken vor.

Will man sich von den angegebenen merkwürdigen Dingen überzeugen, so ist die schonendste Behandlung, das Vermeiden differenter Zusatzflüssigkeiten, des Druckes und der Verdunstung durchaus nothwendig.

Zumengungen anderer Zellen, wie Epithelien und Blutkörperchen, erkennt man ohne Mühe.

Umänderungen finden in dem Eiter mancherlei statt, auf welche wir hier nicht weiter eingehen können. Nur eine derselben, die saure Gährung des Eiters sei erwähnt. Sie geht der alkalischen Zersetzung vorher und führt anatomische und chemische Aenderungen mit sich.

Bei etwas stärker saurer Reaktion werden die Kerne der Eiterzellen sichtbar. Diese selbst sind bald vielfach in Auflösung begriffen. Die Neutralfette werden zerlegt und freie Fettsäuren treten mit ihren Krystallisationen hervor. Solche, theils in Gestalt von Nadeln, theils spitz blattförmiger Massen, zeigt unsere Fig. 108; daneben die rhombischen Tafeln des Cholestearin.

Zur Aufbewahrung dient ein Gemisch, bestehend aus 1 Theil Sublimat, 1 Kochsalz und 300 Wasser. Um die Kerne hervortreten zu lassen, hat man eine andere Konservirungsflüssigkeit empfohlen, 1 Theil Sublimat, 1 Theil Essigsäure und 300 Wasser (S. 127, Nr. 5).

Wir würden uns einer Lücke schuldig machen, wollten wir in diesem kleinen Buche nicht gewisser mikroskopischer Parasiten von kleinstem Ausmaasse gedenken, welche in neuer Zeit ein immer steigendes Interesse in Anspruch genommen haben und hier wohl am passendsten zur Sprache kommen dürften. Wir meinen die Bakterien (und Vibrionen, sowie den übrigen Verwandtschaftskreis).

Man kannte schon seit langen Zeiten minimale Wesen mit einem fadenförmigen, bald gleichartigen, bald perlschnurförmigen Körperchen von wechselnder Länge, welche in faulenden Massen, sowohl des todten wie lebenden Organismus

in unsäglichen Mengen getroffen werden. Man nahm sie anfänglich (und da ein Theil sehr lebhafte Ortsbewegungen zeigt, mit scheinbarem Rechte) für Thiere. Gegenwärtig betrachten die meisten Forscher, und wohl alle Botaniker, die sich mit diesen Kleinsten der Kleinen beschäftigt haben, die Bakterien und ihre Verwandtschaft als pflanzliche, in die Gruppe der Schizomyzeten gehörige Organismen des allerniedrigsten Ranges.

Von manchen Seiten (und wohl mit Recht) wurde in den Entwicklungskreis der Bakterien auch eine feinkörnige, in homogener gallertartiger Grundlage eingebettete Masse hineingezogen. Man hat sie Zoogloea (Cohn), Mikrokokkus (Hallier), Mikrosporon (Klebs) genannt. Andere Beobachter gingen noch weiter. Sie rechneten hierher ein aus längeren feinsten Fäden bestehendes Gebilde, die sogenannte Leptothrix, welcher wir später in der Mundhöhle des Menschen wieder begegnen werden. Indessen an Widerspruch hat es hier nicht gefehlt. Alle diese Annahmen jedoch bleiben bei der ausserordentlichen Kleinheit der betreffenden schmarotzenden Dinge zweifelhaft.

Nach dem jetzigen Wissen sind nun jene Bakterien die Bewirker (oder wenigstens die Träger) der Fäulniss. Sie gelangen in den lebenden Organismus oder zu abgestorbenen Theilen weniger durch die Luft, als das Wasser und durch die Berührung mit bereits verunreinigten Körpern. Ihre Vermehrung ist alsdann eine ganz unglaubliche. Die zersetzenden Eigenschaften dieser kleinsten Wesen ergeben sich als sehr bedeutende; die festesten Gewebe erliegen ihnen zuletzt.

Aber nicht deswegen gedenken wir hier der Bakterien. Sie sind ausserdem die Bewirker (oder die Träger) der Ansteckung in manchen, vielleicht in vielen Leiden, den sogenannten Infektionskrankheiten.

Schon vor längeren Jahren hatte ein französischer Arzt, Davaine, im Blute milzkranker Thiere solche Bakterien bewegungslos in Unzahl angetroffen. Derartiges Blut auf andere Säugethiere übertragen ruft den gleichen Erkrankungsprozess herbei; es entsteht wiederum Milzbrand.

Auch bei anderen Krankheiten, wie Lungenbrand, bei der Diphtheritis, einem gefährlichen Leiden der menschlichen Mund- und Rachenhöhle findet man Bakterien in Auswurf- und Exsudatstoffen und man kann die Krankheit weiter verimpfen. Auch in sogenannten pyämischen und septikämischen Leiden erscheint Aehnliches, ebenso bei Pocken (Rindfleisch, Waldeyer, von Recklinghausen, Klebs, Eidam und Lövinson, Eberth), vielleicht auch bei der asiatischen Cholera (Klob).

Es ist nicht wohl anzunehmen, dass die gleiche Art der Bakterien so ungleiche Wirkungen zu üben vermöge, sollten sie mehr als ein gleichgültiges Transportmittel der Ansteckungsstoffe darstellen, verführt durch Blut und Lymphe und abgelagert in entlegenen Lokalitäten.

Zur Untersuchung in diesem sehr dunklen Gebiete sind neben den höchsten Vorsichtsmaassregeln die stärksten Vergrösserungen unserer heutigen Immersionssysteme erforderlich.

Lostorfer's sogenannte Syphiliskörperchen haben mit Bakterien nichts zu thun. Diese kleinen Moleküle, welche nach einigen Tagen in dem Blute derartig Erkrankter vorkommen, aber auch in dem Blute anderer Menschen in geringer Anzahl auftreten, sind körnige Präzipitate eines Eiweisskörpers.

Zwölfter Abschnitt.

Epithelien, Nägel, Haare.

Die verschiedenen sogenannten Horngewebe des menschlichen Körpers erfordern bei ihrer verwandten chemischen Beschaffenheit ähnliche Untersuchungsmethoden und werden darum passend zusammen zur Erörterung kommen.

1) Unter Epithelien versteht man die Ueberzüge gedrängter Zellen, welche die verschiedenen Oberflächen des Körpers, theils in einfacher Lage, theils in Schichtungen über einander darbieten. Man unterscheidet dann nach der Gestalt der Zellen das Pflaster- oder Plattenepithelium, bestehend aus platten Elementen und das zylindrische, wo die Zelle hoch und schmal gestaltet ist. Modifikationen bilden ferner noch die Flimmerepithelien, bei welchen die Zellenoberfläche mit sehr feinen, während des Lebens schwingenden Härchen besetzt ist, und die pigmentirten Epithelien, deren Zelleninhalt Körnchen des schwarzen Pigment, des sogenannten Melanin, beherbergt.

Fig. 109. Plattenepithelium der Mundschleimhaut des Menschen.

Fig. 110. Zylinderepithelium des Dickdarms vom Kaninchen.

Schichtungen finden sich im Allgemeinen nur am Plattenepithelium. Das zylindrische bildet eine einfache Lage, wie es freilich auch mit vielen anderen Ueberzügen pflasterförmiger Zellen der Fall ist.

Die nebenstehenden Holzschnitte können uns die verschiedenen Gestalten des Epithelium versinnlichen, Fig. 109 stellt das Plattenepithelium der Mundhöhle, Fig. 110 das zylindrische des Darmkanals dar, während Fig. 111 die flimmernde und Fig. 112 die pigmentirte Form bringen.

Fig. 111. Verschiedene Formen der Flimmerzellen des Säugethiers.

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass nur stärker geschichtete Epithelien dem unbewaffneten Auge des Menschen sichtbar sind, während schwach oder nicht mehr geschichtete derartige Zellenüberzüge erst bei der mikroskopischen Untersuchung hervortreten. So ist die massenhafteste Epithelialdecke, diejenige der äusseren Haut, seit alten Zeiten bekannt, während z. B. die einfachen Zellenbekleidungen, welche die Oberflächen seröser Häute und der Gefässe tragen, Erwerbungen einer späten Epoche bilden.

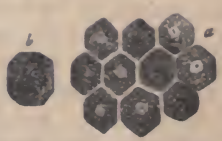


Fig. 112. Pigmentirte Plattenepithelien (sog. polyedrische Pigmentzellen) des Schafs.

Handelt es sich darum, Epithelialzellen einer Oberfläche zur ersten Wahrnehmung zu bringen, so genügt es durch Schaben mit der reinen Skalpellklinge die Zellen von ihrem Mutterboden abzutrennen und sie mit etwas Flüssigkeit auf den Objektträger zu übertragen. Man wird dann theils vereinzelten Gebilden, theils ganzen Fetzen zusammenhängender Zellen begegnen.

Das, was wir hier künstlich erzielen, besorgt in vielen Fällen die Natur. Druck und Reibung, welche viele Körperflächen erfahren, trennt ihre Epithelien von der Unterlage ab. So lösen sich die Zellen der Epidermis, diejenigen verschiedener Schleimhäute. Alte Zellen fallen, wie man sagt, spontan ab. Der schleimige

Ueberzug der verschiedenen Mukosen zeigt uns in wechselnder Reichhaltigkeit das abgeworfene Epithelium der betreffenden Schleimhaut, beispielsweise der Mundschleim die ältesten und die grössten Zellen des hier vorkommenden Plattenepithels, derjenige der Nase und Luftwege die Flimmerzellen, der des Darmrohrs das Zylinderepithelium.

Indessen manche Epithelien des Körpers scheinen ausdauernder Natur, sie erneuern sich weniger rasch, und wir vermissen jenes spontane Abfallen, so z. B. an denjenigen Plattenzellen, welche die Hinterfläche der Cornea überziehen, an dem pigmentirten Pflasterepithelium des Auges etc. Mitunter sind es gerade Ueberzüge, deren Zellen gegenüber Reagentien sich als delikat und bei der Fäulniss leicht zu Grunde gehend ergeben.

Alle ungeschichteten Epithellen zeigen die Zellen aus weichen und leicht veränderlichen Eiweissstoffen gebildet. Zu ihrer Untersuchung ist deshalb die grösste Frische des Körpertheiles nothwendig. Es würde eine Thorheit sein, in mehrere Tage alten Leichnamen nach ihnen zu suchen. Entweder sind sie hier gänzlich zerstört oder nur noch in Trümmern vorhanden.

Die einfachen Plattenepithelien, wie sie an der Hinterfläche der Hornhaut, auf den serösen Säcken, der Innenfläche der Gefässe vorkommen, untersucht man durch Abschaben bei stärkerer (400facher) Vergrösserung. Häufig ist die Einzelzelle so blass, dass auch bei nachdrücklicher Beschattung des Sehfeldes eine Färbung wünschbar wird. Man verwendet hierzu eine Karmintinktur, Hämatoxylinlösung oder Anilinblau und Anilinroth. Namentlich das letztere, als momentan färbend und nicht alterirend, möchten wir empfehlen. Um Kerne deutlicher hervor treten zu lassen, greife man zu sehr verdünnter Essigsäure. Selten wird man jedoch hierzu eine Veranlassung haben. Einige Schwierigkeiten bereitet es, jene einfachsten Ueberzüge pflasterförmiger Zellen zugleich mit ihren Unterlagen zur Anschauung zu bringen. Dünne Vertikalschnitte des vorher getrockneten Gewebes werden selten zum Ziel führen, indem beim Wiederaufweichen in der Regel die Zellen sich abtrennen. Noch eher wird man an durch Chromsäure oder Alkohol erhärteten Theilen hier und da eine bezeichnende Anschauung gewinnen. Im Gefässsystem ist der freie Rand einer Klappe eine günstige Lokalität, das überkleidende Epithelium zu erkennen. Eine seröse Haut, in einem Fetzen vorsichtig von der Unterlage getrennt, wird eine Falte ihrer freien Oberfläche zu bilden gestatten und so das Epithelium der serösen Häute zur Anschauung bringen. Kratzt man etwas energischer über die Hinterfläche der Hornhaut, so wird man zuweilen umgeschlagene Stücke der Descemet'schen Haut mit der aufsitzenden Epithelialbekleidung im Präparate erblicken.

Ferner ist die von Recklinghausen geübte Silberimprägnation (s. S. 95) eine treffliche Methode zu Erkennung der Zellenumrisse blasser Epithelien. Schon nach einer geringen Einwirkung der Höllensteinlösung werden die Grenzlinien äusserst deutlich, indem in der Interzellular- oder Kittsubstanz der Niederschlag zuerst auftritt und die Zellenhöhlen frei bleiben. Wenn man will, so kann man sogar in letzteren die Kerne durch Karmin nachträglich tingiren. An kleinen Blut- und Lymphgefässen tritt das Epithelium mit solcher Deutlichkeit hervor, dass man wie an einem Injektionspräparat den Verlauf jener Gefässe zu erkennen vermag. Selbst in den kavernösen Gängen oder den Sinus des Lymphgefässsystems lässt sich auf diesem Wege überall eine Epithelialauskleidung sichtbar machen (Fig. 113 *a b*).

Welchen merkwürdigen Aufschluss endlich die Silberbehandlung über den Bau der Kapillaren in neuester Zeit ergeben hat, werden wir später erfahren.

Als Zusätze bei der Untersuchung jener Epithelien empfehlen sich indifferente Flüssigkeiten, weniger schon Wasser. Feuchte Konservirungen haben mir bisher nicht recht gelingen wollen. Leicht erhalten sich dagegen Silberpräparate, namentlich in Kanadabalsam.

Die pigmentirten Plattenepithelien (die polyedrischen Pigmentzellen früherer Zeit), welche im Auge vorkommen und die Chorioidea mit einfacher, die Ziliarfortsätze und die Hinterfläche der Iris mit geschichteter Lage überkleiden, werden in der gleichen Weise untersucht. Mit der Skapellklinge oder einem Pinsel kann man leicht Fetzen derselben abziehen, welche vorsichtig durch den Pinsel ausgebreitet die schöne Mosaik (Fig. 113) enthüllen werden. Solche Fetzen gefaltet werden dann die Seitenansichten der Zellen darbieten. Auch Chromsäurepräparate und getrocknete Augen können zur Demonstration der uns hier beschäftigenden Epithelialformation benützt werden.

Fig. 113. Zylinderepithelien an der Oberfläche lymphatischer Gänge nach Silberimprägnation; *a* gestrecktere, *b* breitere Mosaik.

Will man die Molekularbewegung der schwarzen Pigmentkörnchen beobachten, so bedarf es nur eines Druckes mit dem Deckgläschen, um den Zelleninhalt frei zu machen, welcher dann in dem zugesetzten Wasser sein Bewegungsspiel beginnen wird. Man verwendet hier mit Vortheil die stärksten Objektive, um die Bewegungen der Körnchen möglichst vergrössert dem Auge vorzuführen. Die höchsten Vergrösserungen der Gegenwart scheinen eine krystallinische Beschaffenheit jener Moleküle anzuzeigen.

Bleibende Einschlüsse in Glycerin, Müller'sche Augenflüssigkeit und Kanadabalsam gelingen hier leicht.

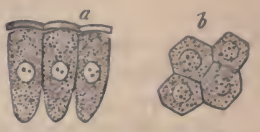


Fig. 114. Zylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zellen mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

Auch für das Zylinder- und Flimmerepithelium bleiben die Untersuchungsmethoden die gleichen.

Abstreifen mit der Messerklinge führt uns reichliche Ansichten der betreffenden Zellen vor, vereinzelter und in Fetzen zusammenhängender (Fig. 114). Günstig ist es, das Zylinderepithelium erst einige Stunden nach dem Tode zu untersuchen, da die Abtrennung vom Mutterboden leichter erfolgt. Zellengruppen kehren uns nicht selten die freie Oberfläche zu und bieten so, aus der Vogelperspektive gesehen, die bekannte zierliche Mosaik (*b*) dar.

Um das Zylinderepithelium in seiner Befestigung zu erblicken, kann man getrocknete Schleimhäute verwenden. Bei weitem zweckmässiger sind feuchte, d. h. mittelst der Chromsäure, des chromsauren Kali und des Weingeistes erhärtete Präparate. Dünne, mit einem scharfen Rasirmesser gewonnene Schnitte zeigen uns dann, wenn anders der Theil in hinreichender Frische eingelegt worden war, die schönsten Ueberzüge. Durch Karmintinktion gewinnt das Bild sehr an Deutlichkeit.

Zur Erforschung der weiteren Struktur kommen indifferente Flüssigkeiten, Tinktionen, die Benützung einer schwachen Essigsäure gewöhnlich zur Verwendung.

Um den Durchgang der Chylusmoleküle durch die Zylinderepithelien der Dünndärme zu erkennen, dient ein in der Fettresorption geschlachtetes Thier (wozu der vorige Abschnitt, Chylus, zu vergleichen ist).

In der neueren Zeit hat man den verdickten Saum, welcher an der freien Fläche der Zylinderzellen des Dünndarms etc. vorkommt, einer genauen Prüfung unterworfen und ihn von feinen, senkrechten Linien durchsetzt beobachtet (vgl. Fig. 115, auch 114). Die meisten Forscher der Gegenwart nehmen jene Linien für den optischen Ausdruck feiner, den Saum durchsetzender Gänge, sogenannter Porenkanäle, eine Ansicht, welche auch der Schreiber dieser Zeilen theilt. Zur Erkennung des subtilen Texturverhältnisses bedarf es starker Vergrösserungen, besonders der Immersionssysteme. Man kann das frisch getödtete Thier benützen; besser ist es, die Därme erst während einiger Stunden an der Luft liegen zu lassen, wodurch die Ablösung der Zellen befördert wird. Als Zusätze dienen Darmschleim,

Blutserum, dünne Chromsäurelösungen, Solutionen von Kochsalz (2%) und phosphorsaurem Natron (5%). Der Zusatz von Wasser wirkt auf den Saum zerstörend ein. Die einzelnen Theile trennen sich in der Richtung der vertikalen Linien von einander; es sieht nicht selten aus, als trüge die Zelle einen Besatz von Flimmerhärchen (*d. e. f*), was auch die Ansicht der ersten Beobachter (Gruby und Delafond) gewesen ist. Aehnliche Wirkungen giebt eine etwa sechsstündige Mazeration in phosphorsaurem Natron (5%) oder der sogenannten starken Essigsäuremischung von Moleschott (Coloman Balogh).

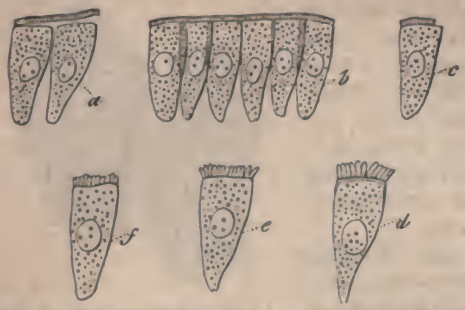


Fig. 115. Dieselben Zellen. Bei *a* der Saum durch Wasser und leichten Druck abgehoben; bei *b* die Ansicht in natürlichem Zustande; bei *c* ein Theil des verdickten Saumes zerstört; bei *d e f* löst sich durch längere Wassereinwirkung derselbe in einzelne Stäbchen- oder prisma-ähnliche Stücke auf.

Alles, was von den Zylinderzellen gesagt wurde, gilt auch für die Untersuchung der Flimmerepithelien; nur beginne man hier möglichst rasch unmittelbar nach dem Tode und bediene sich indifferenter Zusätze, da Wasser die feinen Härchen anzugreifen und bald zum Abfallen zu bringen pflegt. Eine starke Kalilauge von 28—40% erhält sie dagegen, wie Schultze fand, ganz gut.

Sehr zweckmässig ist die Färbung mit Anilinroth, welche rasch vorgenommen werden kann und — beim Frosche wenigstens — das Wimperspiel nicht aufhebt.

Um Zylinderepithelium zu konserviren, empfiehlt sich der Einschluss in stark gewässertem Glycerin, namentlich bei vorher durch Alkohol erhärteten Ueberzügen. Flimmerzellen mit Schonung ihrer Härchen für längere Zeit zu erhalten, ist mir bisher noch nicht gelungen.

Ehe wir zu dem geschichteten Epithelium übergehen, wollen wir noch der merkwürdigsten Lebenserscheinung des Gewebes, der Flimmer- oder Wimperbewegung gedenken.

Da das Wimperphänomen den Tod des Geschöpfes und die Ablösung der Zelle vom Mutterboden bei den einzelnen Thiergruppen sehr ungleich lang überdauert, so ist es von grösster Wichtigkeit, hier eine passende Wahl zu treffen. Man wird deshalb für die ersten Untersuchungen Säugethiere und Vögel, bei denen das Bewegungsspiel der Flimmerhärchen sehr schnell aufhört, vermeiden. Am besten eignen sich nackte Amphibien, Molche und Frösche. Auch bietet die ansehnlichere Grösse ihrer Zilien noch einen zweiten, nicht unerheblichen Vortheil. Ganz vortrefflich qualifiziren sich manche sogenannte wirbellose Thiere, so die Flussmuscheln der Geschlechter Unio und Anodonta, sowie das Genus Cyclas, an deren Kiemen eine prachtvolle mit langen Haaren versehene Flimmerzellenbekleidung vorkommt. — An den Wimperzellen des Darmes der Flussmuschel kann man sich im Uebrigen noch durch Anwendung sehr starker Vergrösserungen von einem wichtigen Texturverhältniss überzeugen. Die Flimmerhaare setzen sich nämlich in feine Protoplasmafädchen des Zellenkörpers fort (Eberth, Marchi).

Von hoher Bedeutung für das Studium der Flimmerbewegung sind dann hier die Zusatzflüssigkeiten. Man giebt im Allgemeinen an, dass Alles, was nicht chemisch die Zellensubstanz affizirt, das Wimperspiel weiter gehen lässt. Alles dagegen, was die Mischungsverhältnisse alterirt, jenes ein für allemal beendigt.

Die indifferenten natürlichen Flüssigkeiten werden deshalb vor Allem zur Verwendung kommen müssen; Blutserum in erster Linie. Auch Fruchtwasser, Glaskörperflüssigkeit und Milch, selbst noch Harn bilden passende Zusatzflüssigkeiten; sehr brauchbar scheint das Iodserum, ungünstig wirkt Galle ein. Reines Wasser zugegeben, erhöht für kurze Zeit die Lebhaftigkeit des Flimmerns, um ihm um so

schneller ein Ende zu machen. Alkalische Reaktion der Zusatzflüssigkeiten muss als günstig, saure als ungünstig bezeichnet werden. Sauerstoff wirkt erregend, Kohlensäure lähmend (Kühne). Mässige Temperatursteigerungen steigern die Lebhaftigkeit, höhere, welche das Leben des Protoplasma vernichten, üben denselben Effekt auf das verwandte Wimperspiel (Roth).

Um die ersten Beobachtungen anzustellen, schneidet man ein Stück einer mit Flimmerzellen bekleideten Membran heraus (z. B. der Gaumenschleimhaut oder des Herzbeutels beim Frosche) und faltet sie unter Serumzusatz in einer Weise, dass die zellentragende Fläche den freien Rand der Falte bildet. Zur Vermeidung von Druck, welcher die schlüpfrige Schleimhaut verdrängen oder die Falte aus einander treiben könnte, legt man das Fragment eines etwas dickeren Deckplättchens in die Flüssigkeit und bedeckt das Präparat; oder man bringt dieses der Unterfläche des Deckgläschens anhaftend in die feuchte Kammer (Fig. 69) Blutzellen, welche in der Flüssigkeit schwimmen, bilden eine werthvolle Zugabe (Kohlenpartikel, Körnchen von Indigo und Karmin können letztere ersetzen).

Untersucht man zunächst mit einer schwächeren Vergrösserung, so erkennt man am Rande der Falte eine Bewegung, ein Flimmern, wie man treffend das Phänomen genannt hat. Schon jetzt wird man in raschem Strome die Blutkörperchen vorbeitreiben sehen, und zwar in einer bestimmten Richtung. Zeigt die Falte Berge und Thäler, so sieht man, wie einzelne jener Zellen antreiben und plötzlich wieder zurückgeworfen werden. Aeltere Beobachter konnten so an elektrische Anziehung und Abstossung denken. Erst wenn das Phänomen zu erlahmen beginnt und bei einer etwas gesteigerten Vergrösserung tritt das Bewegungsspiel schärfer und kenntlicher hervor. Das geordnete und gleichzeitige Schwingen der Härchen erscheint jetzt wie ein wallender Saum, wie das Flackern einer Kerze oder das Rieseln eines von der Sonne beschienenen klaren Bächleins. Verfolgen wir eine Zeit lang das Wimperspiel weiter, gehen wir dabei zu höheren Vergrösserungen über, so kommt der Augenblick, wo wir die einzelnen Härchen deutlich schwingend erkennen, aber nur die eine Richtung der Exkursion einstweilen wahrnehmen. Schon jetzt treiben die Blutkörperchen langsamer vorüber, und wir vermögen zu erkennen, wie eine Zelle in ein Thal herabgetrieben wird und dann durch den mikroskopischen Wasserstrudel die oben angeführte Zurückwerfung erleidet. Bei noch weiter fortgesetzter Beobachtung nimmt die Zahl der Einzelschwingungen mehr und mehr ab; wir sehen jetzt beiderlei Exkursionen des Flimmerhärchens, und bald kommt ein Moment, wo kleine, im Wasser suspendirte Körperchen — in unserm Beispiel die Blutzellen — nur unregelmässig wogende Bewegung vor dem Flimmersaume darbieten. Endlich erscheint der Stillstand, das Absterben der Bewegung. Ueber eine Strecke stehen alle Härchen starr und bewegungslos. In der Nachbarschaft kann es für eine kurze Zeit noch flimmern; endlich tritt auch hier die Ruhe ein.

Es ist eine schöne Entdeckung Virchow's gewesen, dass die eben zum Stillstand gekommene Wimperbewegung nochmals für kurze Zeit ins Leben zurückgerufen werden kann. Es bedarf hierzu sehr verdünnter Lösungen von Kali und Natron.

Ist das abgelöste Schleimhautstück nicht allzugross gewesen, so erkennt man, wie es durch die vereinte Arbeit seiner zahllosen Flimmerhärchen langsam von der Stelle getrieben wird.

Auch in anderer Weise — und sie empfiehlt sich namentlich für genauere Untersuchungen mit hohen Vergrösserungen — kann man die Wimperbewegung untersuchen. Man kratzt in etwas stärkerem Zuge über die blossgelegte Schleimhautoberfläche hin und löst so das Epithelium in Fetzen ab. Hier werden nun einzelne Zellengruppen die lebhafteste rotirende Bewegung anfänglich erkennen lassen, man wird vereinzelten abgelösten Zellen mit wimpernden Härchen begegnen u. a. mehr.

Was die Zahl der Schwingungen in einem bestimmten Zeitraume betrifft, so arbeiten die Härchen anfangs allzurasch, als dass an eine irgendwie genaue Bestimmung zu denken wäre. Man hat in unsicherer, aber gewiss viel zu niedriger Schätzung ein paar hundert Schwingungen für die Minute angenommen. Später wird das Zählen leichter und leichter.

Die Art und Weise, wie die Flimmerzilie schwingt, ist keineswegs immer die gleiche. Purkinje und Valentin, welche schon vor langen Jahren in gründlichster Weise die Wimperbewegung untersucht haben, unterschieden vier Varietäten des Flimmerspieles, die hakenförmige, trichterartige, schwankende und wellenförmige. Die erste Form galt für die bei weitem häufigste. Nach den schönen Untersuchungen Engelmann's zeigt dagegen die Wimperzelle in voller Unversehrtheit nur wellenartige Bewegung. Alle übrigen Formen der Schwingung beruhen darin, dass die Zilie an gewissen Stellen bereits steif und starr geworden ist.

Flimmerbewegung bei Säugethieren und Vögeln zu untersuchen, erfordert schnelle Präparation des eben getödteten Thieres, Zusatz seines Blutes, des Iodserum und den erwärmbaren Objekttisch. Zuweilen kommt man trotz aller Eile zu spät, in andern Fällen bietet sich Minuten lang das Wimperspiel lebhaft dar. Einzelne Fälle sind bekannt, wo lange nach dem Tode bei ganz erkalteter Leiche Säugethiere noch die lebhafteste Flimmerbewegung dem erstaunten Auge darboten. Ich selbst habe einen derartigen vor Jahren beobachtet.

Wimperzellen mit wohl erhaltenen Härchen lassen sich für den Menschen nur an ganz frischen Leichen bemerken: solche mit arbeitenden Zilien kann man sich unter Umständen vom Lebenden verschaffen. Bohrt man mit einer kurzabgeschnittenen Federfahne in den oberen Theilen der Nase herum, so wird man in dem abgeriebenen Schleim mitunter noch lebende Wimperzellen bemerken. Leichter verschafft man sich dieselben in der Anfangsperiode heftiger akuter Katarrhe der Nasen- und Luftwegeschleimhaut, wenn man das dünne wässrige Sekret untersucht. Neben regelmässig gestalteten Flimmerzellen wird man dabei vielfach abnormen Exemplaren begegnen, solchen, die gequollen sind, anderen, die eine mehr kuglige Form darbieten und in ihrem Innern einen granulirten Körper, eine Eiterzelle (Fig. 106 *f*. S. 148) erkennen lassen (Rindfleisch).

Die bisher besprochenen einfachen Epithelien bestanden alle aus verhältnissmässig veränderlichen, weichen Zellen.

Anders wird es mit den geschichteten Plattenepithelien, wie wir sie auf manchen Schleimhäuten und in stärkster Entwickelung als Ueberzug der äusseren Haut antreffen. Hier haben nur die tieferen jüngeren Zellenschichten noch eine ähnliche weiche und leicht alterirbare Beschaffenheit. Wie es scheint, kommt denselben dabei in grosser Ausdehnung eine ganz eigenthümliche Verbindung zu (Schultze). Die Oberfläche Fig. 116 *a b* dieser membranlosen Gebilde ist nämlich überall mit Spitzen, Stacheln und Leisten besetzt, welche zwischen diejenigen benachbarter Zellen eingreifen, »wie zwei mit den Borsten in einander gepresste Bürsten«, so dass der Name Stachel- und Riffzellen ganz passend ist.

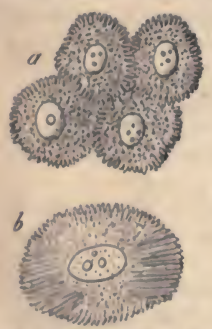


Fig. 116. Sogenannte Stachel- oder Riffzellen. *a* Aus den unteren Schichten der Epidermis des Menschen; *b* eine Zelle aus einer Papillargeschwulst der menschlichen Zunge (von Schultze beobachtet).

Die älteren Schichten derartiger Epithelien zeigen dagegen Zellen mit glatter Oberfläche, welche unter Abplattung und Verbreiterung chemisch verändert sind. Sie bestehen aus einer weit resistenteren Eiweissmodifikation; sie sind verhornt, wie man sagt. Die Untersuchungsmethoden erfahren hiernach Modifikationen.

Dass man durch Abkratzen der Zellenlagen nach einander die verschiedenen Schichten bis zu den jüngsten zur Anschauung bringen und hierbei mit Erfolg, namentlich für die jüngeren Zellen, eine der üblichen Tinktionsmethoden ver-

wenden kann, versteht sich von selbst. Die Benutzung von Reagentien, namentlich einer schwächeren Säure, wird uns an den älteren schüppchenförmigen Epithelialzellen ein ansehnliches Resistenzvermögen erkennen lassen, während die jüngeren bald angegriffen werden und nur ihre Kerne übrig bleiben.

Zur Erkennung und Isolirung der Stachelzellen empfiehlt sich namentlich die Mazeration in Iodserum (s. oben S. 70).

Um senkrechte Schnitte durch eine ganze Epithelialschichtung zu gewinnen, bedient man sich des Trocknens und der Weingeisterhärtung. Erstere Behandlung wird für die äussere Haut, letztere für die Schleimhäute im Allgemeinen vorzuziehen sein. Schwächere Karmintinktionen mit nachherigem Auswaschen in essigsaurem Wasser geben treffliche Bilder. Man erkennt an Schleimhautepithelien die Zellenkerne noch in den obersten Epitheliallagen, während die kernlosen Schüppchen der verhornten Epidermis ganz farblos über den tingirten tieferen Schichten auf das Schönste hervortreten. Auch die Silberimprägnation kann mit gutem Erfolge hier zur Verwendung kommen.

Kein Mittel jedoch leistet bei der Untersuchung der geschichten Plattenepithelien gleiche Dienste als die Anwendung der Alkalien, namentlich von Kali und Natron, indem man die Zellen durch dieselben zu einem bald geringeren, bald höheren Grade des Aufquellens, zur Isolirung, zur Zerstörung ihrer Kerne unter Schonung der Membranen, und endlich zur gänzlichen Auflösung zu bringen vermag. Die Benutzung von alkalischen Laugen ist deshalb schon für die Zählung der über einander gebetteten Schichten von grösstem Werthe, wie sie auf der anderen Seite die Strukturverhältnisse der Epithelialzellen uns besser als irgend eine andere Methode enthüllt.

Die Substanz der betreffenden Plattenepithelien bildet mit einer starken Kali- oder Natronlauge unter Anschwellung der Zelle eine Verbindung, welche sich begierig mit Wasser mischt und so eine steigende Auftreibung der Zelle bis zur Auflösung herbeiführt. Es werden also konzentrirte Laugen anders als verdünnte Lösungen wirken und auf den Kaligehalt einer Zusatzflüssigkeit überhaupt das grösste Gewicht zu legen sein.

Moleschott, welcher diesen Gegenstand genauer verfolgte, hat hierüber eine Reihe von Prüfungen angestellt. Er bediente sich des getrockneten Gewebes.

Eine starke Kalilauge von 35 % führt nur ein mässiges Aufquellen herbei; die Zellen bilden eine sehr zierliche Mosaik und ihre Kerne sind erhalten. Allmählich wird die sie verbindende Interzellular- oder Kittsubstanz gelöst und die Zellen schwimmen jetzt isolirt in der Flüssigkeit herum. Auch noch Lösungen von 30 % erhalten die Kerne, schwächere, unter 20 %, greifen sie rasch an. Um ein beträchtliches Aufquellen der Epithelien bis zur Gestalt elliptischer Blasen zu erzielen, lege man das Gewebe in Kalilaugen von 30—10 % während eines etwa vierstündigen Zeitraumes ein.

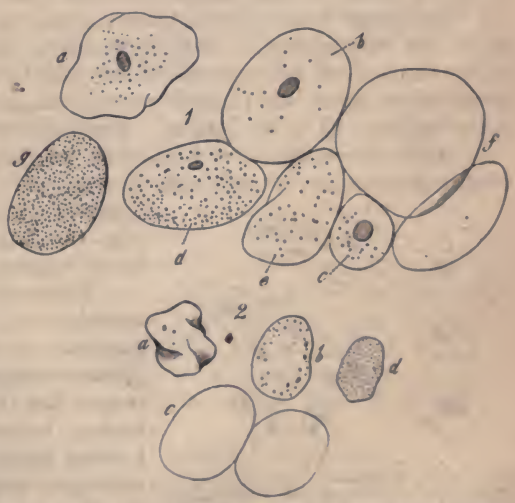


Fig. 117. 1 Epithelialzellen; bei *a* eine unveränderte flache Zelle der Mundhöhle; bei *b—f* dieselbe Zellenart nach Behandlung mit kaustischem Natron, theils noch mit Kernen (*b, c, d*), theils schon kernlos (*e, f*); bei *g* nach Natroneinwirkung mit Essigsäurezusatz. 2 Epidermoidalzellen; *a* unverändert; *b* bei Beginn der Natroneinwirkung; bei *c* die längere Einwirkung des Reagens; *d* unter Zusatz von Essigsäure.

Setzt man diesen gequollenen Zellen Wasser zu, so schwellen sie noch mehr zu ganz glashellen Blasen an, die der Auflösung bald anheimfallen. Vorher aber kann man durch Uebersättigung der Flüssigkeit mit Essigsäure in den Epithelialzellen die Präzipitation eines zersetzten Eiweisskörpers (ihrer Hornsubstanz) herbeiführen. Die betreffenden Bilder unserer Fig. 117, welche unter einer derartigen Behandlung sowohl das Pflasterepithelium der Mundhöhle (1), als das der äusseren Haut (2) darstellen, dürften nach dem Besprochenen verständlich sein.

Verwendet man sehr schwache Kalilaugen von 10—5%, so lösen sich in ihnen allmählich die Zellen ganz auf. Lösungen unter 5% greifen weniger das betreffende Gewebe an.

Auch Natronlaugen können mit Vortheil zur Verwendung kommen, doch müssen sie verdünnter sein.

Für Horngewebe ist neulich durch Nathusius die Goldchloridlösung (0,005%) und Reduktion durch Eisenvitriol (S. 98) empfohlen worden. Man kann solche Präparate hinterher noch mit Vortheil den Alkalien unterwerfen.

Zur Untersuchung der geschichteten Plattenepithelien des Fötus empfehlen sich besonders feine Vertikalschnitte des in Alkohol oder Chromsäure stärker erhärteten Gewebes. Die Karmintinktion sollte dabei nicht vernachlässigt werden.

Aufbewahrungen der verhornten Zellen in konservirenden Flüssigkeiten gelingen leicht. Tingirte Schnitte versetzt man mit Glycerin. Auch entwässert und in Kanadabalsam eingeschlossen gewähren sie oft recht hübsche Bilder.

2) Nagelgewebe. Die Nägel gestatten bei ihrer Konsistenz zwar ohne Weiteres feine Schnitte in den verschiedensten Richtungen, haben dagegen ihre Elemente in einer Weise verbunden, dass man nichts als ein homogenes und bei seiner Sprödigkeit von zahlreichen Rissen und Sprüngen durchzogenes Gewebe bemerkt. Reagentien, welche erweichend und auf die Interzellularsubstanz lösend einwirken, sind daher unentbehrlich. Man hat sich der Schwefelsäure und der alkalischen Laugen bedient. Die erstere wirkt auch konzentrirt in der Kälte nur langsam ein, doch lässt sie nach einigen Tagen deutliche Epithelialplättchen erkennen. Sehr schnell, schon nach einer halben Minute, treten diese beim Kochen hervor. Kerne werden bei dieser Methode nur ungenügend sichtbar.

Bei weitem besser, wie Kölliker schon vor längeren Jahren hervorhob, wirken Kali- und Natronlaugen. Man kann schon, ohne Lösungen von bekannter Stärke zu verwenden, oft sehr hübsche Bilder isolirter und gequollener Zellen erhalten, in denen nicht selten die Kernbildungen prächtig hervortreten. Passend erscheint eine etwa 25—27% Kalilösung. Schwache Solutionen zerstören die Kerne.

Auch ein momentanes Aufkochen in einer verdünnten (etwa 10%) Natronlösung gewährt uns oftmals sehr bezeichnende Anschauungen. Man kann so fast augenblicklich die Nagelstruktur demonstriren. Fig. 118 zeigt uns die auf letzterem Wege isolirten Nagelzellen.

Fig. 118. Gewebe menschlicher Nägel zum Theil nach Einwirkung der Natronlauge. *a* Zellen der obersten Schichten in seitlicher Ansicht; *b* eine Zelle von oben; *c* halb von der Seite; *d* eine Anzahl Zellen polyedrisch gegen einander begrenzt; *e* eine Zelle, deren Kern im Verschwinden begriffen ist; *f* Zellen der unteren Lagen (des Malpighi'schen Schleimnetzes); bei *g* eine derartige Zelle mit doppeltem Kerne.

Epitheliale Neubildungen kommen bekanntlich mancherlei vor. Kysten und Balggeschwülste besitzen eine Auskleidung meistens pflasterförmiger Zellen. Hypertrophische Wucherungen der Oberhaut, Schwielen, trockne Hautwarzen, hornartige Auswüchse zeigen ein den verhornten Epidermoidallagen ähnliches Gefüge und verlangen analoge Untersuchungsmethoden, das Trocknen, vertikale Durchschnitte, Kalilauge etc. Auch die Perlgeschwülste (zu welchen wohl Hassal's konzentrische Körper der Thymus zu rechnen sind) und der Epithelialkrebs oder das Kankroid tragen bekanntlich den epithelialen

Charakter, erstere in Gestalt gutartiger, letztere in Form bösartiger Neoplasmen. Nach ihrer verschiedenen Konsistenz haben sich dann die vorbereitenden Methoden zu richten. Theils kann man an feinen Schnitten und Zerzupfungspräparaten das frische Gewebe untersuchen, theils wird man zu Erhärtungsmitteln greifen müssen. Tinktionen und die Alkalien kommen auch hier zur Verwendung. Nägel ändern wenig.

3) Haargewebe und Haar. Den komplizirten Bau der menschlichen Haare setzen wir aus den Lehrbüchern der Histologie als bekannt voraus.

Um das Haar mit seinem Balge und mit den untersten Theilen des sogenannten Haarknopfes zu untersuchen, präparirt man ein solches von stärkerem Kaliber aus der Haut hervor, oder man verwendet zweckmässig ein entweder an der Luft getrocknetes oder durch Alkohol erhärtetes Stück der Schädelhaut, wobei man jedoch die Richtung, in welcher das Haar die Haut durchsetzt, bei den Vertikalschnitten möglichst genau einhalten muss. Querschnitte durch das Haar mit all seinen Umhüllungen (Fig. 119) lassen sich ähnlich gewinnen. Das Einlegen in sein starkes Essigsäuregemisch während einiger Monate rühmt Moleschott.

Zur ersten Untersuchung dient ein langsam ausgezogenes Kopfhaar. An ihm findet man öfters die Wurzel von der weisslichen Masse der sogenannten Wurzelscheiden bedeckt, mit Ausnahme ihrer untersten Partien, welche mit dem Endtheil des Knopfes im Balge zurückgeblieben sind. Weisse Haare eignen sich am meisten, blonde besser als dunkle. Als Zusatz benutzt man Wasser oder Glycerin. Schwache Vergrösserungen werden alsdann die Erkennung der wesentlichen Strukturverhältnisse gewähren.

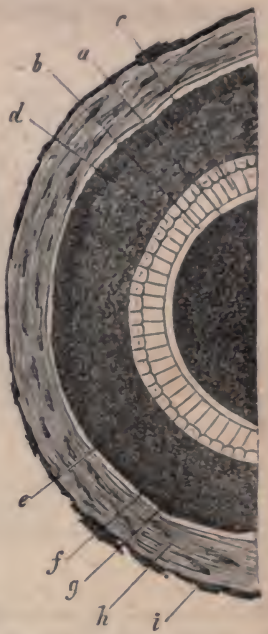


Fig. 119. Querschnitt durch ein Kopfhaar und dessen Balg vom Menschen. *a* Haar; *b* Oberhäutchen desselben; *c* innere und *d* äussere Lage der sog. inneren Wurzelscheide; *e* äussere Wurzelscheide; *f* deren peripherische Lage verlängerter Zellen; *g* Glasmembran des Balges; *h* dessen Mittelschicht und *i* Aussenlage.

Zur Untersuchung des feineren Baues der äusseren Wurzelscheide (Fig. 119 *e*, 120 *c*) bedarf es eigentlich keiner weiteren Präparation, sondern nur stärkerer Linsen und höchstens der Anwendung der Essigsäure. Die innere Wurzelscheide (Fig. 119 *c d*) gewinnt man entweder an Flächenschnitten behaarter Hautstellen oder an ausgezogenen Haaren nach Ablösung der äusseren und Befreiung vom Haarschafte. Kurze Querschnitte, durch die Wurzel des auf der Glasplatte liegenden befeuchteten Haares gemacht und dann mit Nadeln zerrissen, werden jene Ansicht, wenn auch vielleicht nach ein paar verunglückten Versuchen, gewähren. Einige Aufmerksamkeit und die Benutzung starker Linsensysteme führt uns dann zur Erkennung der beiden different gestalteten Zellenlagen (Fig. 119 *c d*, 120 *a b*) jener inneren Scheide. Der Bau von Haarschaft und Haarknopf, sowie der epidermoidale Ueberzug können ebenfalls bis zu einem gewissen Grade schon jetzt erkannt werden. Für ein weiteres Eindringen in die Struktur sind Reagentien erforderlich, zu deren Anwendung wir jetzt übergehen.

Beginnen wir mit dem zuletzt genannten Ueberzuge epidermoidaler Zellen (Fig. 119 *b*, 120 *f*). Ein vortreffliches Mittel zu ihrer Ablösung bietet die ein paar Minuten lange Einwirkung der konzentrirten Schwefelsäure, deren Bedeutung schon vor langen Jahren H. Meyer hervorhob. Auch mit Alkalien kann man, aber viel langsamer, das gleiche Resultat erzielen. Moleschott rühmt eine Kalilauge von 4,6%. Hat diese bei der kühleren Temperatur der Winterzeit 40 Stunden eingewirkt, so beginnt jene sich vom Haarschaft abzulösen. Nach 3—4 Tagen

sind die Plättchen auf das Schönste überall abgehoben. Natürlich können Natronlaugen ebenfalls verwendet werden.

Zur Erkennung der Rindenschicht des Haarschaftes und zur Isolirung ihrer eigenthümlichen plättchenförmigen Zellen ist das beste Mittel die Anwendung der

Fig. 120. Zellen der Wurzelscheiden; innere Wurzelscheide mit der Henle'schen (*a*) und Huxley'schen (*b*) Schicht; *c* Zellen der äusseren.

Fig. 121. *a* Zellen des Haarknopfs *b* vom Beginne des Schaftes; *c* Rindenmasse mit Schwefelsäure behandelt und bei *d* in einzelne Plättchen zerfallen; *e f* Zellen des Oberhäutchens.

konzentrirten Schwefelsäure bei gelinder Wärme. Nach mehreren Minuten wird man finden, wie das Oberhäutchen in Ablösung begriffen und die Oberfläche des Haarschaftes rauh und filzig geworden ist. Nach kurzer Zwischenzeit beginnen, namentlich wenn man unter einigem Druck das Haar rollen lässt, die spindelförmigen Plättchen sich abzulösen. Später trennen sich die inneren Schichten (*b d*), bis man allmählich zur Markmasse gelangt.

Auf mechanischem Wege kann man gruppenweise diese Plättchen ebenfalls abspalten. Man kratzt zu diesem Behufe das auf dem Objektträger liegende trockne Haar in der Richtung von der Spitze nach der Wurzel und bringt die abgeschabten Spähne befeuchtet unter das Mikroskop (*c*).

Um die geschrumpften lufthaltigen Zellen des Marks zur Anschauung zu bringen, hat man schon vor längerer Zeit die Alkalien empfohlen (Kölliker). Moleschott rühmt für die Markzellen der Barthaare und blonder Haare überhaupt ein- bis zweitägige Einwirkung einer Natronlauge von 3%. Auch ein mehrtägiges Einlegen des Haares in eine Kalilauge von 2% oder ein längeres Verweilen in solcher von 4,6% verschafft gute Bilder.

Will man Querschnitte durch einen Haarschaft gewinnen, so empfiehlt sich am meisten folgendes Verfahren. Ein Bündel derselben wird mit Leim oder arabischem Gummi verklebt und getrocknet. Die mit Hülfe einer scharfen Klinge erhaltenen Schnitte weicht man in heissem oder kaltem Wasser auf. Ein anderes originelles Mittel hat schon vor längeren Jahren Henle angegeben. Kurze Zeit nach dem Rasiren wiederholt man dieselbe Operation und fischt die Schnitte der Barthaare aus dem Seifenschaum heraus. Auch eingeklemmt in einem Kork, oder eingelassen in Gutta percha, geben Haare Querschnitte (Harting, Reichert).

Um die Zellen der äusseren Wurzelscheide zu untersuchen, ist die Anwendung sehr verdünnter Essigsäure zweckmässig. Für die Zellen der inneren Wurzelscheide nimmt man stärkere Kalilaugen.

Auf einzelne pathologische Verhältnisse kommen wir später zurück.

Die ersten fötalen Haaranlagen gewinnt man an Hautschnitten von Chromsäure- oder Alkoholpräparaten. Die Karmintinktion ist hier sehr zweckmässig. Spätere Entwicklungsstufen studirt man in ähnlicher Weise.

Haarpräparate werden je nach Umständen trocken in Kanadabalsam oder in Glycerin eingeschlossen.

Dreizehnter Abschnitt.

Bindegewebe und Knorpel.

Mit dem Namen Bindesubstanz bezeichnet man in der modernen Histologie gegenwärtig eine Reihe nahe verwandter, wenn auch in ihren Endformen different genug ausfallender Gewebe, welche alle (unmittelbar oder mittelbar) in einander übergehen können, ebenso von sehr ähnlichen Texturen ihren ersten Ausgang nehmen und sich somit als Glieder einer natürlichen Verwandtschaftsreihe dokumentiren. Gallertgewebe, retikuläre und gewöhnliche Bindesubstanz, Fett-, Knorpel-, Knochen- und Zahnbeingewebe zählen hierher.

Auch noch in einem anderen physiologischen Momente kommen jene Glieder mit einander überein. Es sind Gewebe niederen Ranges, welche sich an den höheren vitalen Prozessen nicht betheiligen, dagegen eine durch den ganzen Körper, durch alle Theile (wenn auch in wechselnder Mächtigkeit) verbreitete Gerüstsubstanz herstellen, in deren Räumen andere Gewebe, Muskeln, Nerven, Gefässe,

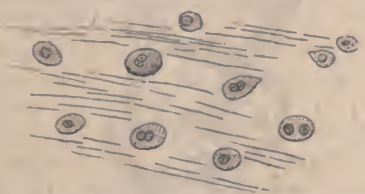


Fig. 122. Glaskörpergewebe eines menschlichen Embryo von 4 Monaten.

Drüsenzellen etc. eingebettet liegen. Es ist ein Verdienst von Virchow, durch eine Reihe von Untersuchungen die Bedeutung des Bindegewebes für pathologische Neubildung gezeigt zu haben.

1) Als Gallertgewebe bezeichnen wir weiche durchsichtige Massen, bestehend aus rundlichen oder sternförmigen Zellen (Fig. 122, 123), welche zwischen sich eine gewöhnlich homogene schleimige Interzellularsubstanz in ansehnlicher Menge führen. Sie gehören fast alle der fötalen Lebensperiode an, betreffen entweder transitorische Organe oder sind nur Entwicklungsstufen des gewöhnlichen Bindegewebes. Ein einziges derselben, in sonderbar verwässerter Form mit verkümmerten Zellen, persistirt: es ist dieses der Glaskörper des Auges (Fig. 122). Die grosse Weichheit all dieser Gewebe erschwert die Gewinnung passender Präparate sehr. Höchstens lassen sich die Zellen ohne weitere Behandlung blass und zart bei stark beschat-

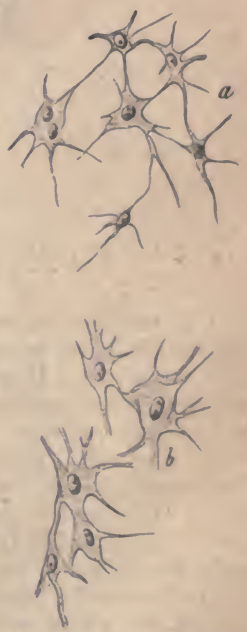


Fig. 123. Zellen des Schmelzorgans eines 4monatlichen Embryo; bei *a* kleinere, bei *b* grössere und ausgebildetere sternförmige Zellen.

tetem Sehfelde studiren. Erhärtende Mittel sind daher erforderlich, und unter ihnen nehmen Chromsäure und doppelchromsaures Kali den ersten Rang ein. Eine Chromsäure von 0,5—2% erhärtet nach einigen Tagen in der Regel so weit, dass jetzt durch das Gewebe mit einem scharfen Rasirmesser Schnitte anzufertigen sind. Bei einem der hierher gehörigen Organe, dem Nabelstrang, kommt die Methode des Eintrocknens sehr passend zur Anwendung. — Eine eigenthümliche, aber zweckmässige Vorschrift hat für den Glaskörper Neumann gegeben. Man durchtränkt ihn 1—2 Tage lang mit einer Hühner-Eiweisslösung, erhärtet alsdann durch ein minutenlanges Einlegen in heisses Wasser und darauf in Alkohol und gewinnt so das Organ nicht allein konsistenter, sondern auch verdunkelt.

Tinktionen sind bei den zarten blassen Zellen des Gallertgewebes sehr am Platz. Karmin kann hier benutzt werden. Beim Glaskörper erlangt man durch Anilinblau treffliche Präparate.

Aufbewahrt werden die Präparate des Gallertgewebes nach vorheriger Tinktion in wässrigem Glycerin.

Fig. 124. Die retikuläre Bindesubstanz aus dem Peyer'schen Follikel eines älteren Kaninchens; *a* die Haargefässe; *b* das bindegewebige Netzgerüste; *c* Lymphkörperchen.

2) Mit dem Namen der retikulären Bindesubstanz bezeichnen wir ein aus sternförmigen Zellen erbautes Netzgerüste, welches in seinen bald weiteren, bald höchst engen Maschen nicht mehr die wässrige mucinführende Flüssigkeit des Gallertgewebes, sondern einen anderen Inhalt beherbergt. Dieser besteht entweder aus Lymphkörperchen — und dann hat man in neuerer Zeit das Gewebe »adenoides« oder »cytogenes« (His, Köliker) genannt — oder aus Fetttropfen (Winterschlafdrüse) oder nervösen Formelementen (Rückenmark, Gehirn und Retina). Wie in der ganzen Bindesubstanzgruppe kann auch hier nicht von einem scharf abgegrenzten Gewebe die Rede sein. Die retikuläre Bindesubstanz geht vielmehr vielfach in das gewöhnliche Bindegewebe, ebenso wahrscheinlich auch in das Gallertgewebe über.

Wenn irgend ein Gewebe des Körpers geeignet ist, den hohen Werth der neueren Untersuchungsmethoden darzuthun, so ist es gerade diese retikuläre Bindesubstanz (Fig. 124), welche seit längeren Jahren so vielfach durchforscht worden ist und früher mancherlei Kontroversen verursacht hat. Alle die betreffenden

Erscheinungsformen unseres Gewebes in den Lymphdrüsen, lymphoiden Follikeln der Thymus, Milz, Darmschleimhaut etc. erscheinen im frischen Zustande viel zu weich, als dass an eine Analyse ohne Vorbereitung gedacht werden könnte. Erhärtende Mittel sind daher als unerlässliche Vorbereitung Tage lang anzuwenden. Unter denselben nehmen Chromsäure, doppelchromsaures Kali und Alkohol den ersten Rang ein. Hat die Erhärtung jener drüsigen Organe und der Darmschleimhaut den richtigen Grad erreicht, so entnimmt man mit der scharfen angefeuchteten Rasirmesserklinge möglichst feine Schnitte und pinselt dieselben in der von His angegebenen Weise mit einem weichen Malerpinsel vorsichtig aus. Zur Erkennung der Kerne in den Knotenpunkten des Netzes dient die Karmintinktion mit nachherigem Auswaschen in schwach angesäuertem Wasser. Man wird jene dann mit Leichtigkeit namentlich bei jüngeren Körpern sehen. Allerdings besitzt nicht jeder der zahllosen Knotenpunkte einen Kern, indem eben nicht einfache Zellenausläufer, sondern ramifizirte Fortsätze mit einander verschmelzen, so dass der Zellenrayon neben dem kernhaltigen Zentrum noch eine Anzahl kernloser peripherischer Knotenpunkte darbietet. Die Karmintinktion wird übrigens auch jede Verwechslung zwischen dem tingirten Kern und dem Querschnitt einer vertikal aufsteigenden farblosen Netzfaser verhüten. Bei älteren Thieren — und unsere Zeichnung ist von einem solchen entnommen — können allerdings Kerne über einzelne Strecken ganz fehlen, und häufig sind sie nur verkümmert und geschrumpft zu erkennen. Bei Reizungszuständen gewinnen sie jedoch bald wiederum das alte pralle Ansehen. Je nachdem das Auspinseln frühzeitiger abgebrochen oder länger fortgesetzt worden ist, wird man einen bald grösseren, bald geringeren Rest der Lymphkörperchen in den Maschen des Gewebes erblicken (*c*).

Es ist nun in vielen Fällen nicht leicht, den richtigen Erhärtungsgrad zu treffen, und auf ihn kommt eigentlich Alles an. Ueberhärtet gestattet das Präparat nicht mehr die hinreichende Entfernung der Lymphzellen durch den Pinsel; bei einem zu geringen Erhärtungsgrade zerfällt oft schon nach einigen Pinselstrichen Alles in ein Trümmerwerk.

Für die Darmschleimhaut und die meisten lymphoiden Organe gebe ich dem Weingeist den Vorzug vor der Chromsäure. Man legt in nicht allzu grossen Stücken in reichlicher Flüssigkeitsmenge ein, und zwar für die ersten zwei Tage in einen Alkohol von etwa 36°, der mit der gleichen Wassermenge verdünnt ist, erneuert diesen durch den gleichen Weingeist, aber ohne den früheren Wasserzusatz, und ist dann nach 4—5 Tagen bis zu einer Woche gewöhnlich im Stande, das Auspinseln vorzunehmen. In schwachem Weingeiste können dann in dieser Weise gut erhärtete Stücke Monate und Jahre lang aufbewahrt werden. Sehr starken Alkohol vermeide man ganz.

Will man Chromsäure anwenden, so beginne man etwa mit einer Lösung von 2—5 pro Mille und gehe allmählich, die Flüssigkeit wechselnd, zu einer Solution von 1% über. Chromsaures Kali ist in entsprechender Menge zu benutzen (worüber man S. 81 zu vergleichen hat).

Verhältnissmässig leicht erkennt man die retikuläre Bindesubstanz in den Lymphdrüsen, Peyer'schen Follikeln und den Malpighi'schen Körperchen der Milz. Schon mehr Mühe bereitet die Thymus und das Gewebe der Milzpulpa. Schwierig ist der Nachweis in der Winterschlafdrüse, welche ich mit Hirzel untersucht habe, und in noch höherem Grade in den nervösen Organen, namentlich der grauen Masse von Rückenmark und Gehirn, sowie der Netzhaut des Auges. Dünnere Chromsäurelösungen als die oben angegebenen (10—15 Millegrms auf 30 Grms) in mehrtägiger Einwirkung in Verbindung mit sehr starken Objektiven sind zu verwenden. Bei der Besprechung der betreffenden Organe werden wir darauf zurückkommen.

Tinktionspräparate in verdünntem Glycerin geben die besten Sammlungsobjekte ab.

3) Die Untersuchung des Fettgewebes ist eine einfachere und mühelosere, mag es sich nun um eine normale Form desselben (Fig. 125), oder die pathologische Neubildung, z. B. bei einem Lipome, handeln. Schwieriger gestaltet sich die Ermittelung der Entstehung und des Rückbildens.

Fig. 125. *a* Fettzellen des Menschen vollkommen mit Fett erfüllt, gruppenweise beisammen liegend; *b* freie Fetttropfen; *c* leere Hüllen.

Ein kleines Stückchen Gewebe (*a*) wird in der Zusatzflüssigkeit zerzupft und zunächst bei schwächerer Vergrösserung durchmustert. Man wird hier die grossen, bald mehr glatten, bald mehr höckerigen Zellen dicht gegen einander gedrängt und oft mit einer polyedrischen Abplattung erkennen, zugleich aber zahlreichen, in Folge der Zerreissung entstandenen, freien Fetttropfen (*b*) begegnen. Die optische Beschaffenheit beider ist eine sehr ähnliche. Wir erblicken eine glashelle, zuweilen schwach gelblich tingirte Masse mit dunklen scharfen Umrissen bei durchfallender Beleuchtung, bei auffallendem Lichte dagegen eine silberartig glänzende, weissliche oder gelbliche Begrenzung. Während aber den Fettzellen ein bestimmtes Ausmaass zukommt, sind jene freien Fetttropfen von der allerverschiedensten Grösse. Letztere fliessen ferner unter geübtem Druck zusammen, die Zellen natürlich nicht.

Zur Erkennung der Zellenmembran muss man entweder die Zelle sprengen, wo jene dann nach dem Ausfliessen des Fettes als blasser kollabirter Sack (*c*) zurückbleibt, oder das Fett auf chemischem Wege durch Alkohol, Aether, sowie das von Toldt kürzlich empfohlene Benzin entfernen. Zur Demonstration des Kernes dient die gewöhnliche Karmintinktion. Auch die Behandlung mit Pikro-Karmin und nachherigem Zusatz von ameisensaurem Glycerin liefert sehr hübsche Bilder (Flemming).

Nicht selten (Fig. 126) kommt es im Innern der Fettzellen zur Abscheidung krystallinischer nadelförmiger Massen (*c*), derselben, welche wir schon früher in

Fig. 126. Mit Krystallen versehene Fettzellen des Menschen. *a* Einzelne Nadeln; *b* grössere Gruppen; *c* die Zellen selbst mit derartigen Gruppirungen im Innern; *d* eine gewöhnliche, krystallfreie Fettzelle.

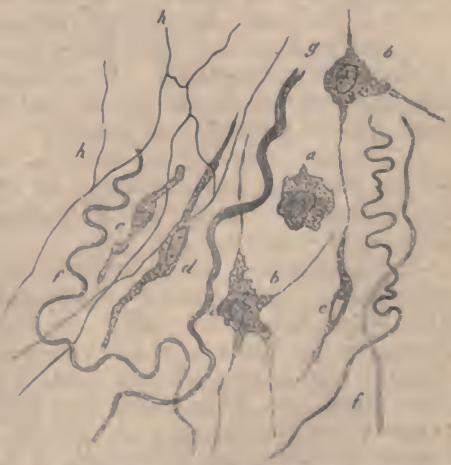


Fig. 127. Ein Stückchen lebendes Bindegewebe vom Oberschenkel des Frosches (die Zellen etwas gedrängter gezeichnet, als sie zu liegen pflegen). *a* Kontrahirte Zellen; *b* strahlig ausgestreckte Bindegewebekörperchen, eins ohne sichtbaren Kern; *c* ein solches mit bläschenförmigem Nukleus; *d* und *e* bewegungslose Zellen; *f* Fibrillen, *g* einfache Bündel des Bindegewebes; *h* elastisches Fasernetz.

saurem Eiter angetroffen haben. Ein längeres Einlegen in Glycerin führt fast allgemein derartige Krystallisationen in der Zellenhöhle herbei.

Um die Blutgefässe des Fettgewebes zu studiren, injizirt man mit transparenten Massen, Karmin oder Berliner Blau, und benutzt als Zusatz bei der mikroskopischen Untersuchung reines Glycerin, welches auch sonst bei seinem starken Lichtbrechungsvermögen für Fettzellen sich sehr wohl eignet.

Man konservirt in Glycerin (dem reinen oder mit Ameisensäure versetzten [S. 126]) oder, wenn es sich um injizirtes Fettgewebe handelt, auch mit Vortheil in alkoholischen Harzlösungen, sowie in Kanadabalsam. Die früher (S. 128) erwähnte Lösung der arsenigen Säure ist von HARTING empfohlen worden.

4) Das gewöhnliche Bindegewebe, in ausgedehntester Weise verbreitet, besteht in seiner entwickelten Formation aus einer faserigen, in Bündel und Fibrillen zerfallenden Substanz, in welcher man länglichen oder sternförmigen Zellen, den vielbesprochenen Bindegewebekörperchen, ebenso den verschiedenen Erscheinungsformen des elastischen Gewebes begegnet. Alles liegt eingebettet in einer sehr wechselnden Menge homogener Grundmasse.

Wählt man lebendes Bindegewebe aus einer passenden Stelle, z. B. (worauf KÜHNE aufmerksam gemacht hat) beim Frosch die wasserhellen dünnen Plättchen zwischen den Schenkelmuskeln (Fig. 127), so erkennt man bei Zusatz von Lymphe in der glashellen Grundsubstanz die Fibrillen (*f*) und Bündel der Bindegewebsfasern (*g*), sowie ein sehr feines elastisches Fasernetz (*h*). Unser Auge fesseln dann die Bindegewebekörperchen als membranlose flache Zellen, bestehend aus einem Kern und feinkörnigem Protoplasma. Man bemerkt mehrere Varietäten der betreffenden Zellen (*b* u. *b*, *c*, *d* u. *e*) und überzeugt sich zugleich, wie den beiden ersten Erscheinungsformen der Bindegewebekörperchen (*a*. *b*. *c*) eine zwar sehr träge, aber unverkennbare vitale Kontraktilität zukommt, so dass allmählich die Zelle *a* zu Gestalten sich umwandelt, wie sie unsere Zeichnung bei *b* darbietet. Indessen ist auch hiermit, wie wir jetzt wissen, noch nicht die volle Gestalt gegeben. Ein ungemein blasser und sehr leicht zu übersehender Randtheil verleiht dem ganzen Ding auch bei höheren Thieren nach dem Absterben die Beschaffenheit einer länglichen, gezackten, in verschiedener Weise umgebogenen und gefalteten Platte (Fig. 128). Auch im festgeformten Bindegewebe erhält sich diese (in den Sehnen schon vor langen Jahren beobachtete) Gestaltung der Bindegewebezelle (RANVIER, SCHWEIGGER-SEIDEL und FLEMMING). Daneben begegnet man den merkwürdigen amöboiden Wanderzellen, jenen emigrirten Lymphkörperchen, deren wir S. 146 gedacht haben. Man hat demnach zwischen fixen und wandernden Zellen des Bindegewebes unterschieden.

Fig. 128. Bindegewebezellen der Säugethiere. *a* vom neugebornen Kaninchen; *b* vom erwachsenen Meerschweinchen (aus künstlichem Oedem) nach Flemming.

Auch bei warmblütigen Thieren findet man einzelne Stellen, welche die Untersuchung lebender Zellen gestatten. So z. B. das dünne Bindegewebe, welches manche Muskeln kleiner Säugethiere überkleidet (ROLLETT).

Da die Mengen der Zellen, der Fibrillen und der elastischen Elemente sehr ungleich ausfallen, so wird nach jenen beiden Zumischungen das Gewebe wechselnd

sich gestalten müssen. Nicht minder beträchtliche Verschiedenheiten bietet die Verflechtung und Verwebung seiner Bündel dar.

Präparirt man ein Stückchen abgestorbenes Bindegewebe in einer Zusatzflüssigkeit mit Hülfe scharfer Nadeln, so gelingt es sehr leicht, dasselbe in die erwähnten Stränge oder Bündel zu zertrennen (Fig. 129). Die Bündel selbst zeigen uns eine ihrer Längsaxe parallel gehende Streifung und können der letzteren entsprechend in feinere Stränge und endlich in äusserst dünne homogene, mehr oder weniger wellig verlaufende Fäserchen oder Fädchen, die sogenannten Primitivfibrillen, zerlegt werden.

Fig. 129. Bindegewebebündel (links einige isolirte Fibrillen) in reichlicher homogener Zwischensubstanz.

Während in früherer Zeit die Anatomen als einfachen Ausdruck dieser sehr leicht zu machenden Beobachtung eine Faserigkeit des Bindegewebes annahmen, hatte Reichert in der Mitte der 40er Jahre diese Fasern für Kunstprodukte und die Längsstreifung für den optischen Ausdruck einer Faltung und Runzelung einer durchaus homogenen Substanz erklärt.

Lange Kontroversen sind über die letztere Auffassung geführt worden. Erst später gelang es, die Präexistenz jener Fibrillen (welche der Leser schon aus Fig. 127 kennt) auf das Unzweifelhafteste darzuthun, indem man sie auf chemischem Wege isoliren lernte. Behandelt man wiederholt nach einander das Bindegewebe mit Reagentien, welche es zum Aufquellen und Einschrumpfen bringen, so treten jene feinsten Fasern schön hervor (Henle). Weitere Beobachtungen machte dann Rollett.

Hat man ein Stückchen Sehnengewebe des Menschen in Kalkwasser während einer Woche und länger eingelegt und bringt man jetzt ein Bündel auf den Objektträger, so gelingt es, denselben, indem man die Präparirnadel auf seine Mitte einsetzt, in längslaufende Fasern von stärkerem oder geringerem Kaliber aus einander zu ziehen, welche sich unter spitzen Winkeln durchkreuzen. Alle Bemühungen, das Gewebe zu einer homogenen Membran im Sinne Reichert's auszubreiten, verunglücken und führen jene fibrilläre Zerklüftung herbei. Denselben Effekt, aber in viel kürzerer Zeit, schon nach 4—6 Stunden, übt das Barytwasser.

Für die mikroskopische Untersuchung hat man das Kalk- und Barythydrat zu entfernen, entweder durch längeres Auswaschen in Wasser, oder unter Beifügung von so viel Essigsäure, als gerade ausreicht, um den Kalk oder Baryt zu neutralisiren. Von dem Kalk- oder Barytwasser ist dabei ein eiweissartiger Körper gelöst worden, offenbar die Kittsubstanz der Fibrillen.

Auch das übermangansaure Kali (Rollett) und eine Kochsalzlösung von 10% (Schweigger-Seidel) rufen jene Auflösung der interfibrillären Zwischenmasse herbei.

Während nun eine Reihe bindegewebiger Texturen sich in dieser Hinsicht gleich verhalten, bieten andere eine Abweichung dar. Als Beispiel kann die Lederhaut dienen. Diese zerfällt bei der gleichen Behandlung in stärkere, scheinbar ganz homogene Fasern, welche erst in Folge einer längeren Mazeration in Kalkwasser (von 10—12 Tagen) in die longitudinal geordneten Fibrillen zerklüftet werden können.

Nach dem Typus des Sehnengewebes aber sind zufolge Rollett's Beobachtungen gebildet die Bündel der Sklera, der Aponeurosen, der fibrösen Gelenkbänder, der Dura mater, der Zwischenknochenbänder.

Auch die Untersuchung des Bindegewebes im polarisirten Lichte spricht für die Gegenwart der Fibrillen. Jenes ist positiv doppelbrechend und die optische Axe liegt in der Längsrichtung der Fibrillen. Alle Reagentien, welche das faserige Ansehen des Bindegewebes erhalten, ändern auch die optischen Eigenschaften desselben nicht in erheblicher Weise. Behandlungsweisen dagegen, die das Bindegewebe scheinbar homogen machen, verändern auch die Doppelbrechung bedeutend (W. Müller).

Dieselbe Anordnung wie in der äusseren Haut findet man dagegen in der Conjunctiva, dem Unterhautzellgewebe, der Submucosa des Darmkanals und der Tunica adventitia der Gefässe.

Die Verflechtung der Bindegewebebündel und die ganze Anordnung eines bindegewebigen Theiles erkennt man an getrockneten Theilen, deren gröbere Schnitte einfach in Wasser erreicht werden. Passend kann die Karmintinktion noch zur Anwendung kommen.

Man entdeckt dann am Querschnitt der Bündel ein fein punktirtes Wesen, welches von manchen Forschern für die Querschnitte der Bindegewebefibrillen erklärt worden ist, so z. B. an einer Sehne.

Um die zwischen den Fibrillen vorkommenden zelligen und elastischen Elemente zu erkennen, verwendet man seit Dezennien Reagentien, welche die Fibrillen zum Aufquellen bringen, und hierbei ihr Brechungsvermögen so weit erniedrigen, dass es demjenigen des zugesetzten Wassers gleich kommt. So entsteht für das Auge das Scheinbild einer Auflösung der Fibrillen und die sonstigen Zumischungen des Bindegewebes treten hervor; die Zellen allerdings unter gewaltigen Veränderungen und Verunstaltungen.

Diese Wirkungsweise kennt man am längsten von der Essigsäure. Auch andere organische Säuren können zur Verwendung kommen. Der Holzessig ist dann vielfach zu einem derartigen Zwecke benutzt worden, bald unverdünnt, bald mit dem gleichen Volumen Wasser versetzt. Ebenso wirken Mineralsäuren im Zustande hoher Verdünnung, wie Salpeter- und Salzsäure. Letztere, 0,1% stark, verhält sich der Essigsäure gleich.

Es bedarf nur der Neutralisation der Säure mit Ammoniak, um die Fibrillen wieder hervortreten zu lassen.

Auch in Alkalien erfahren die Bindegewebefasern ein ähnliches Aufquellen wie in jenen Säuren Nachträglicher Zusatz von Wasser führt dann hier, ähnlich wie bei den Epithelien, eine rasche Auflösung herbei.

Noch in einer anderen viel schonenderen Weise, nämlich durch Anwendung einer Zusatzflüssigkeit von stärkerem Lichtbrechungsvermögen, erkennt man schon in dem nicht gequollenen Bindegewebe eingelagerte Gebilde. In dieser Hinsicht ist das Glycerin von höchstem Werthe.

Fig. 130. Ein Bindegewebebündel von der Basis des Gehirns beim Menschen, mit Essigsäure behandelt.

Das Quellen des Bindegewebes bei den oben erwähnten Säureeinwirkungen kann zu eigenthümlichen Bildern Veranlassung geben. An manchen Stellen des Körpers werden die vollständig ausgebildeten Bindegewebebündel von verdichteter Substanz scheidenartig umhüllt. Diese dehnt sich nun in weit geringerem Grade aus, wird hierbei nicht selten quer durchrissen und dann von der mit einer gewissen Gewalt hervorquellenden Inhaltsmasse mehr und mehr zusammengeschoben, bis sie endlich in stärkster Kompression die Form eines Ringes angenommen hat, der in seinem Ansehen einer zirkulär laufenden elastischen Faser sehr ähnlich ausfällt, für welche er auch vielfach genommen worden ist.

Doch genug von den Fibrillen. Fragen wir nach den Untersuchungsmethoden der Zellen.

Man kann aus dem lebenden Körper ein dünnes Plättchen Zwischenbindegewebe ausschneiden und mit Lymphe versetzt in der feuchten Kammer durchmustern. Es ergeben sich instruktive Bilder; doch ist das Zusammenschnurren einer solchen Lamelle ein fataler Umstand, wie jeder Beobachter erfahren hat.

Wir sind desshalb einem französischen Forscher, Ranvier, für die Erfindung neuerer Methoden zu Dank verbunden. Man stellt durch Injektion des Gewebes künstliche Oedeme her. So kann man in das subkutane oder intermuskulare Bindegewebe eines Frosches Iodserum oder eine schwache Lösung des chromsauren Kali einspritzen. Ein feines Schnittchen der so gallertig infiltrirten Masse rasch auf die Platte gebracht und mit einem Deckgläschen bedeckt liefert ein hübsches Präparat. Eine schwache Höllensteinlösung (0,1%) qualifizirt sich als Eintreibungsflüssigkeit in noch höherem Grade, da durch sie die so blassen Randtheile der Bindegewebezellen, mit körnigem Niederschlage bedeckt, deutlicher hervortreten. Noch weit mehr empfehlen sich aber erstarrende Massen, Leimlösungen. Flemming bediente sich, dieses Ranvier'sche Verfahren nachahmend, des S. 126 erwähnten Glycerinleimes, nämlich Gelatine $^1/_4$, destillirtes Wasser $^1/_2$, Glycerin $^1/_4$. Dem bis zu ungefähr 40° C. erwärmten Gemische wird etwa $^1/_{10}$ Volumen einer Höllensteinlösung von 5% beigegeben. Nach der Injektion lässt man durch umgelagertes Eis erstarren. Schnitte werden nun etwa $^1/_2$ Stunde dem Lichte exponirt und darauf mit Pikrokarmin gefärbt. Nach etwa einer Stunde ist mehrmals auszuwaschen und das Präparat endlich mit Wasser, welches 3—4% Essigsäure enthält, zu behandeln.

Man hat früher zur Isolirung der zelligen Elemente die Interzellularsubstanz aufgelöst. Es gelingt dies, indem letztere in Leim verwandelt wird.

Fig. 131. Eine Spindelzelle aus der Sehne des achtzölligen Schweinsembryo. *a* Zelle mit Protoplasma; *b* Bindegewebefibrillen.

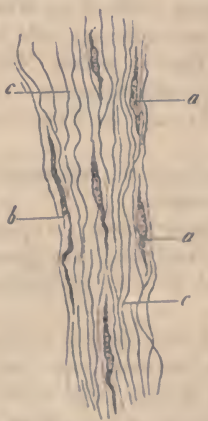


Fig. 132. Weiches Bindegewebe aus der Umgebung der Achillessehne eines menschlichen Embryo von 2 Monaten. *a* Spindelzellen; *b* eine sehr verlängerte; *c* Zwischensubstanz mit Fibrillen.

Zur Umwandlung des Bindegewebes in Leim dient bekanntlich eine verschieden lange Behandlung mit siedendem Wasser, was zum Theil wohl mit Strukturverhältnissen im Zusammenhang stehen mag, indem weiches Bindegewebe sich rascher zu lösen pflegt als fester gefügtes.

Für histologische Zwecke ist indessen dieser Eingriff ein allzu heftiger. In sehr schonender Art jedoch kann man wenigstens jenes weichere Bindegewebe noch auf einem andern Wege auflösen. Nachdem man es etwa einen Tag lang in äusserst schwach angesäuertem Wasser eingeweicht hat, löst man es dann in 24 Stunden durch die geringe Erwärmung des Wassers auf 35—40° C. Wir werden später beim Muskelgewebe von dieser Prozedur, welche eine grössere Verwendung verdient, nochmals zu reden haben.

Es würde uns zu weit führen, hier derartige künstlich veränderte Bindegewebezellen zu schildern. Im Uebrigen verweisen wir noch auf die voranstehenden beiden Figuren 131 und 132, welche nach Weingeistpräparaten gezeichnet wurden.

Auch die Goldbehandlung des Bindegewebes ist durch Cohnheim und Andere, und zwar mit Recht, empfohlen worden.

Die grosse Mehrzahl der sogenannten elastischen Fasern (Fig. 133) ist unzweifelhaft solider Natur, und alle Versuche, sie mit Karmin zu tingiren, scheitern. Das gewaltige Widerstandsvermögen, welches sie zeigen, macht die Untersuchung zu einer verhältnissmässig leichten und einfachen.

Theile, welche an elastischem Gewebe sehr reich sind, bedürfen einer etwas sorgfältigeren Präparation. Man wird hierbei die grosse Dehnbarkeit der feinsten Faserformation (*a*) bemerken, zugleich aber auch sehen, wie im gequollenen Bindegewebe jene Fasern die sonderbarsten Verknäuelungen annehmen können. Dickere elastische Faserungen gestalten sich viel weniger dehnbar und treten uns vielfach als Fragmente entgegen (*c*).

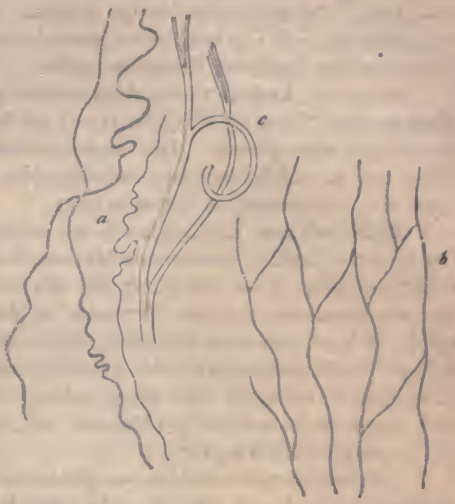


Fig. 133. Verschiedene Formen elastischer Fasern des Menschen; *a* unverzweigte, *b* und *c* verästelte.

Zur ersten Untersuchung des Bindegewebes verwende man die Bündel einer Sehne, der äusseren Haut oder des Unterhautzellgewebes, und scheue nicht die Mühe einer sorgfältigen Auffaserung des möglichst klein genommenen Stückes in Wasser oder einer indifferenten Zusatzflüssigkeit. Zur Erkennung der Bindegewebekörperchen ist die Anwendung von Quellungsmitteln namentlich der Essigsäure, üblich. Karmintinktion ist hier ebenfalls von Erfolg. Auch hier macht uns Ranvier mit einer zweckmässigen Untersuchungsmethode des Sehnengewebes bekannt.

Man bedient sich der äusserst dünnen Schwanz-Sehnenfasern kleiner Säugethiere; wie junger Ratten, Mäuse und Maulwürfe. Reisst man nämlich die Schwanzwirbel aus ihrer Verbindung los, so folgen in beträchtlicher Länge die Sehnen mit. Man befestigt ihre Enden mit etwas Siegellack auf dem Objektträger, wendet hier die Karmintinktion nebst der üblichen nachfolgenden Behandlung mit Essigsäure an und fügt endlich ameisensäurehaltiges Glycerin hinzu.

Elastische Fasern treten nach Behandlung mit Säuren und Alkalien, sowie nach Einwirkung von Fuchsinlösungen (von Ebner) hervor. Im Unterhautzellgewebe, in der Lederhaut, dem Nackenband der Säugethiere hat man Gelegenheit, derartige elastische Elemente zu studiren. Um die grosse Mannichfaltigkeit in der Erscheinungsweise des elastischen Gewebes kennen zu lernen, findet sich aber kaum ein passenderes Objekt, als die Wand einer starken Arterie eines grösseren Säugethiers, deren verschiedene Schichten man mit Pinzette und Skalpell abträgt.

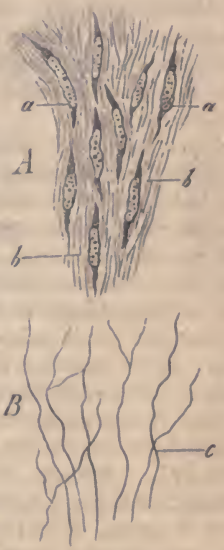


Fig. 134. Aus dem Nackenbande des Schweinsembryo. *A* Seitenansicht; *a* Spindelzellen in faseriger Grundmasse *b* (Weingeistpräparat). *B* Die elastischen Fasern *c*, durch Kochen mit Kalilauge dargestellt.

Embryonales Bindegewebe (und manche der pathologischen Neubildungen unserer Gewebes bei gleicher Organisationsstufe und Konsistenz zählen ebenfalls

hierher) untersucht man theils frisch in indifferenten Flüssigkeiten, theils unter Herstellung eines Oedem, endlich, wenngleich weniger gut, an durch Chromsäure oder chromsaures Kali erhärteten Präparaten. Um zu entscheiden, was hier als elastisches Gewebe vorliegt (Fig. 134), sollte neben Lösungen des Anilinrothes die Anwendung der Alkalien, am besten ein kurzes Kochen in einer Kalilösung von 10—15%, nicht vernachlässigt werden, da in dieser die Bindegewebekörperchen verschwinden (*A. a*), nicht aber jene elastischen Fasern (*B. c*). Gegen Essigsäure verhalten sich beiderlei Elemente gleich.

Schon zu Anfang dieses Abschnittes gedachten wir der Bedeutung, welche das Bindegewebe für die pathologischen Bildungsvorgänge besitzt, und in der That ist dieselbe eine grosse. Die engen Schranken unseres kleinen Buches erlauben daher nur darauf bezügliche Andeutungen. Sie fallen ohnehin mitten in die Zeit eines sich vollziehenden Umschwungs.

Während man nämlich noch vor wenigen Jahren sehr allgemein pathologische, aus Lymphoidzellen bestehende Massen durch Theilung der normalen Bindegewebezellen entstehen liess, ist durch die Waller-Cohnheim'sche Lehre die Emigration ersterer Elemente aus der Blutbahn in den Vordergrund getreten; und sicherlich spielt sie hier eine sehr wichtige, wenn auch nicht ausschliessliche Rolle, da eine völlige Theilnahmlosigkeit der benachbarten Bindegewebekörperchen nach den Erfahrungen Stricker's eben nicht behauptet werden kann. Ueberhaupt möge man sich hüten in so schwieriger Materie, mit unüberlegter Hast aus dem einen Extreme in das andere überzuspringen.

Solche Zellenansammlungen können wieder verschwinden, die Masse kann sich verflüssigen und zum »Eiter« im älteren Sprachgebrauch werden. Sie kann sich aber auch organisiren, d. h. unter Gefässeinwucherung zu neuem Bindegewebe werden, wobei jene Wanderzellen zu Bindegewebekörperchen sich umwandeln und eine Zwischensubstanz balkig und faserig zerklüftet. Getrennte Stellen werden in dieser Weise vereinigt, und man spricht alsdann von Narbengewebe. Durch Eiteraufbruch oder geschwürige Zerstörung gesetzte Substanzverluste erfahren wesentlich den gleichen Ergänzungsprozess. Luxuriirende Wucherungen jenes unreifen, an Lymphoidzellen überreichen Gewebes stellen die sogenannten Granulationen her.

Hypertrophische Bindegewebebildungen findet man sehr vielfach in Folge anhaltender Blutfülle eines Theiles, sogenannter kongestiver und entzündlicher Prozesse, indessen auch ohne jene Veranlassungen spontan, wie man sagt. Verdickungen verschiedenartiger Häute, des Corium, der fibrösen und serösen Membranen etc. zählen hierher; interstitielle Wucherungen zwischen Muskeln, Nerven, Drüsen etc. Zellenvermehrungen, Zunahme der Zwischensubstanz zeigt uns hierbei die mikroskopische Untersuchung.

Auch die verschiedenen Geschwülste bestehen theils gänzlich aus Bindegewebe, oder enthalten neben anderen Elementen wenigstens ein bindegewebiges Gerüste. Die Erscheinungsformen sind die allerverschiedenartigsten. Wir treffen bei manchen eine ganz unentwickelte Erscheinungsform nach Art des Granulations- und Lymphdrüsengewebes, so z. B. bei syphilitischen Geschwülsten, beim Tuberkel. Andere, die vielgestaltige Gruppe der Sarkome, bilden einen Uebergang zu höher ausgebildeten Erscheinungsformen unseres Gewebes. Letzteren gehören meistens die Fibroide oder Zellgewebegeschwülste an. Bindegewebe mit Ansammlungen von Fettzellen, ein pathologisches Fettgewebe, stellen die sogenannten Lipome her. Neubildungen von Gallertgewebe kommen ebenfalls unter verschiedenen Verhältnissen vor und bilden das Myxom.

Auch die Karzinome oder Krebsgeschwülste, jene räthselhaften gefährlichsten Neubildungen des Körpers, lagern sich wenigstens in normale bindegewebige Texturen ein, und zeigen uns demgemäss eine aus bindegewebiger Interzellularmasse bestehende Gerüstesubstanz, in deren bald grösseren, bald kleineren

Räumen Zellen eingebettet liegen, die unter Umständen das Ansehen von Plattenepithelien zeigen können, gewöhnlich aber einen Charakter darbieten, welcher nicht völlig mit demjenigen irgend einer normalen Zellengestaltung übereinstimmt, obgleich sie von Drüsen- und Epithelzellen ausgegangen sein dürften (Waldeyer). Schrankenlose, wuchernde Vermehrung kommt jenen »Krebszellen« zu. Man hat sich gewöhnt, gewisse Formen der Karzinome zu unterscheiden. Gewöhnlich wird eine derartige Geschwulst Skirrhus (Faserkrebs) genannt, wenn die Zellen nur kleine Ansammlungen darstellen, eingebettet in einem fest verwebten bindegewebigen Gerüste, so dass über den Tumor ein Charakter der Härte und Festigkeit ausgebreitet ist. Umgekehrt spricht man von Medullarkarzinom, wo in ansehnlicheren Räumen grössere Zellenanhäufungen vorkommen, das Ganze eine weichere Konsistenz zeigt, und jene Zellengruppen weiche Massen von butter- und rahmähnlicher Beschaffenheit darstellen. Besitzen die Zellen das Ansehen (aber nicht die Gruppirung) von pflasterförmigen Epithelialzellen, so ergiebt dieses die eine Form des Epithelialkrebses, während die andere zylindrische Zellen führt, in beiden Fällen sichere Abkömmlinge der Epithelien und Drüsenzellen. Bietet die Gerüstesubstanz eine stark ausgesprochene schwammige (alveoläre) Struktur dar, und liegen in den zahlreichen Lücken Zellen, welche der kolloiden Umwandlung anheimgefallen sind, so erhalten wir den Alveolar- oder Kolloidkrebs der pathologischen Anatomie. Dass scharfe Grenzen zwischen diesen verschiedenen Formen der Karzinome nicht existiren, dass sie vielfach in einander übergehen, dass in einer und derselben Geschwulst die eine Lokalität mehr diesen, die andere mehr jenen Charakter tragen kann, ist bekannt.

Fragen wir endlich nach den Untersuchungsmethoden derartiger abnormer bindegewebiger Strukturen, so sind es im Grunde genommen dieselben, welche wir früher für das Gewebe gesunder Organe angeführt haben. Nach der so ganz verschiedenen Konsistenz wird man natürlich bald zu dem einen, bald zu dem andern Verfahren zu greifen haben. Im frischen Zustande unter Anwendung wahrhaft indifferenter Zusätze werden wir durch Zerzupfen, durch Abstreichen der Schnittflächen etc. uns genügende Ansichten der Zellen und ihrer Umwandlungen verschaffen können. Um die weitere Anordnung zu verstehen, geht man gewöhnlich zu Erhärtungsmethoden (Chromsäure, chromsaures Kali und Alkohol) über. Sehr zweckmässig ist es, kleine wo möglich noch warme Stücke solcher Geschwülste in eine ansehnlichere Menge von absolutem Alkohol einzulegen. Man kann alsdann schon nach wenigen Stunden zur Anfertigung dünner Schnitte schreiten (Waldeyer). Karmin- und Hämatoxylintinktionen zeigen Vieles auch hier sehr hübsch; Auspinseln führt zur Isolirung der Gerüstsubstanzen. Feine Schnitte bilden dann auch das wichtigste Hülfsmittel, um das Verhalten der so wichtigen Grenzbezirke des normalen und krankhaften Bindegewebes zu verfolgen.

Die meisten Präparationen des Bindegewebes wird man, wenn es sich um bleibende Objekte handelt, in Flüssigkeit einschliessen müssen. Die erste der von Pacini angegebenen Flüssigkeiten (S. 127), ebenso eine Lösung von Sublimat (1), Kochsalz (2) und Wasser (100) können zur Verwendung kommen. Auch ein anderes Gemisch aus Sublimat (1), Essigsäure (3) und Wasser (300) eignet sich sehr wohl zur Konservirung, wobei freilich die Wirkung der Säure sich geltend macht. In der Regel wird man zu Glycerinzusätzen greifen. Legt man ein nicht tingirtes Präparat ein, so verdünne man das Glycerin mit einer grösseren Menge Wasser, damit nicht jenes allmählich allzuhell werde. Tingirte Objekte gestatten dann ein konzentrirtes Glycerin. Letztere Präparate, z. B. eine Hornhaut, der Durchschnitt einer Sehne, eines Skirrhus, entwässert durch absoluten Alkohol, geben beim Einschluss in eine alkoholische Harzlösung oder Kanadabalsam nicht selten sehr hübsche Bilder.

5) Sehr einfach gestaltet sich die Untersuchung des Knorpelgewebes, indem diesem ein Konsistenzgrad zukommt, welcher ohne weiteres die Anfertigung

dünner Schnitte erlaubt. Auch in Alkohol und Chromsäure erhärteter Knorpel liefert recht bezeichnende gute Ansichten.

Indessen trotz seiner Konsistenz ist der Knorpel ein Gewebe, welches Vorsicht in der Benützung der Zusatzflüssigkeiten erfordert, wenn man anders die

Fig. 135. Hyaliner Knorpel.

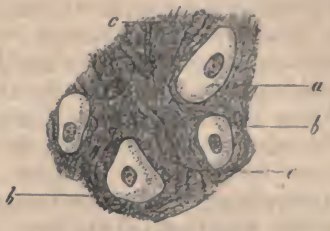


Fig. 136. Netzknorpel.

Fig. 138. Rippenknorpel eines älteren Mannes. *a* Homogene, *b* balkenförmig zerklüftete, *c* faserige Zwischensubstanz; *d e* grosse Mutterzellen; *f* eine Mutterzelle mit stark verdickter Kapsel.

Fig. 137. Bindegewebiger Knorpel

Textur unverändert zur Ansicht gewinnen will. Schon das gewöhnliche Wasser wirkt auf die Knorpelzellen namentlich junger Geschöpfe stark verändernd ein.

Bekanntlich unterscheidet man dreierlei Varietäten des uns beschäftigenden Gewebes, den sogenannten hyalinen Knorpel mit homogener Zwischensubstanz (Fig. 135), den Faserknorpel oder Netzknorpel mit einer balkig zerklüfteten Grundmasse (Fig. 136) und endlich den bindegewebigen (Fig. 137), wo zwischen Bindegewebebündeln sparsame Knorpelzellen getroffen werden.

Zur ersten Untersuchung verwende man einen fötalen Knorpel, dessen feine Schnitte bei ihrer Durchsichtigkeit eine gewisse Beschattung des Sehfeldes erfordern. Um die Tochterzellenbildung zu studiren, kann man sich eines in Ossifikation begriffenen Knochens bedienen, wo dicht neben dem verkalkten Gewebe jene Zellenformation in eleganter Gestaltung zu treffen ist. Sehr passende Objekte bilden dann die Gelenkknorpel erwachsener Körper und besonders, wenn es

sich um die Ermittelung der im alternden Knorpel auftretenden Texturveränderungen handelt, die Rippenknorpel älterer Menschen (Fig. 138). Neben gewöhnlichen, halbdurchsichtig erscheinenden Stellen des Schnittes (*a*) wird man andere entdecken, welche bei durchfallendem Lichte trüber und bei auffallendem von einem eigenthümlichen, asbestähnlichen Glanze erscheinen. Hier zeigt sich dann die Umwandlung der Zwischensubstanz in ein System feiner, parallel und gerade laufender Fasern (*c*); ebenso wird man daselbst grossen, oft kolossalen Mutterzellen (*de*) mit ganzen Generationen von Tochterzellen begegnen, auf welche schon vor längeren Jahren Donders aufmerksam gemacht hat. Ein solcher Rippenknorpel ist dann ein treffliches Objekt, um die Kapseln des Knorpelzellen (*f*) auf verschiedenen Stufen der Verdickung zu beobachten.

Verkalktes Knorpelgewebe bedarf je nach der Menge der eingelagerten Kalkmoleküle verschiedener Behandlungsweisen. Bei spärlicher Einbettung jener ist eine gewöhnliche wässerige Zusatzflüssigkeit ausreichend. Bei stärkerer Verkalkung wende man seines stärkeren Lichtbrechungsvermögens halber das Glycerin oder auch das Beale'sche Gemisch von Alkohol und Natron an. Bald jedoch kommt eine Stufe der Verkalkung, wo auch dieses Reagens das so undurchsichtige dunkle Präparat nicht mehr aufzuhellen vermag. Hier empfiehlt sich dann besonders eine von H. Müller geübte Methode. Man legt den Knorpel längere Zeit in eine stärkere Chromsäure (1—2%) ein, deren Wirkung man durch Zusatz einiger Tropfen Salzsäure unterstützen kann. Nach Auflösung der Kalkmoleküle wird bei Zugabe von Glycerin das Präparat ein sehr verständliches. Wir werden alsbald bei der Besprechung des Ossifikationsprozesses sehen, wie wichtig gerade diese Methode für die Erkennung höchst schwieriger Verhältnisse ist.

Für die erste Untersuchung des Netzknorpels wähle man die Epiglottis oder den Ohrknorpel. Es kann übrigens bei der Undurchsichtigkeit der Grundsubstanz der Schnitt nicht fein genug ausfallen. An den Rändern eines derartigen Präparates begegnet man nicht selten einzelnen aus der Zwischensubstanz mehr oder weniger hervorstehenden Knorpelzellen.

Um die Genese unseres Gewebes zu erforschen, wähle man die Ohrknorpel der Säugethierembryonen, welche für dünne Schnitte vorher in ein Einbettungsmittel einzuschliessen sind (O. Hertwig).

Unter den Reagentien verdient hierzu eine Osmiumsäure von 1% in ein- bis zweistündiger Einwirkung empfohlen zu werden. Sie färbt die elastischen Elemente dunkel. Gefärbt werden sie auch durch das lösliche Anilinblau in sehr verdünnter Solution. Vorher mit Karmin tingirte und dann nach dem Auswaschen in angesäuertem Wasser mit diesem Anilinpräparate behandelte Objekte zeigen in farbloser Grundmasse die zelligen Elemente roth, die elastischen blau (Ewald).

Zum Einschluss kann man Glycerin oder wohl besser Farrants'sche Flüssigkeit (S. 126) verwenden.

Die Beobachtung des bindegewebigen Knorpels erfordert dieselben Methoden, wie das Bindegewebe. Die Augenlidknorpel empfehlen sich zur ersten Beobachtung.

Um die Verschiedenheiten des Knorpelgewebes auf kleinem Raume neben einander zu erkennen, wähle man die Wirbelsymphysen.

Das Polarisationsmikroskop belehrt uns, dass der Knorpel ebenfalls zu den doppelbrechenden Geweben zählt. Ueber die Richtung der optischen Axe sind wir noch nicht hinreichend aufgeklärt.

Man hat in neuerer Zeit durch energische Reagentien die scheinbar homogene Grundmasse des Hyalinknorpels in ein System dicker, die einzelnen Zellen und Zellengruppen umgebender Ringe oder Höfe vollständig zerlegt und so die Entstehung jener Grundmassen von den zelligen Elementen aus über allen Zweifel dargethan. (Heidenhain, Broder).

Um dieses wichtige Bild (Fig. 139) zu erhalten, kann man sich der Digestion in Wasser bei einer Wärme von 35 bis 50° C., der Einwirkung einer verdünnten Schwefelsäure (1 : 25) oder des bekannten Gemisches von Salpetersäure und chlorsaurem Kali bedienen. Letzteres möchten wir besonders empfehlen, und zwar so, dass man 80 Kcm. Salpetersäure von 1,16 spez. Gew. mit der gleichen Menge destillirten Wassers verbindet und bei gewöhnlicher Temperatur chlorsaures Kali bis zur Sättigung zusetzt. Man wird nach ein paar Tagen den gewünschten Zerfall und durch Tinktion mit Anilinroth oder Karmin sehr hübsche Bilder erhalten. Nach den Erfahrungen von Landois zeigen bei Fuchsintinktion vorher durch Alkohol entwässerte Knorpelschnitte schon deutlich jene Höfe. Indessen auch ohne jeden künstlichen Eingriff pflegt der Schwertfortsatzknorpel der Kaninchen in seinen Mittelpartieen das gleiche Bild der Grundsubstanz darzubieten (Remak). Er gewährt treffliche Ansichten.

Fig. 139. Schildknorpel des Schweins. Durch chlorsaures Kali und Salpetersäure ist die Grundsubstanz in Zellenbezirke zerlegt.

Zum Auflösen der Zwischensubstanz des Knorpels giebt es verschiedene Hülfsmittel. Nach einem mehrstündigen Verweilen in konzentrirter Kalilauge ist jene Wirkung erzielt. Demselben Zwecke dient ein vierstündiges Einlegen in Schwefelsäure, welche ein Atom Hydratwasser enthält, und ein nachheriger Wasserzusatz. Das verbreitetste Hülfsmittel ist jedoch ein länger fortgesetztes Kochen in Wasser. Während die Knorpel kleiner Embryonen schon bei mässiger Wärme nach mehreren Stunden diese Auflösung erleiden, erfordert das ältere Gewebe bei Luftzutritt ein Kochen von 12, 18, mitunter auch von 24 und 48 Stunden. Beobachtet man den so behandelten Knorpel auf den einzelnen Stufen seines Zerfalls, so erkennt man, wie die eigentliche Knorpelzelle auf das Hartnäckigste der Siedehitze widersteht und in keinem ihrer Theile leimgebende Substanz führt. Selbst dann noch, wenn die ganze Grundsubstanz gelöst ist, wird man zahlreichen in der Flüssigkeit schwimmenden Zellen begegnen.

Auch die Knorpelkapseln setzen dem kochenden Wasser einen energischeren Widerstand entgegen, als die Zwischensubstanz, so dass das Chondrigen der letzteren jedenfalls dem Stoffe der Kapseln nicht gleich zu setzen ist. Die Substanz des Netzknorpels zeigt die ausserordentliche Schwerlöslichkeit des sogenannten elastischen Gewebes.

Pathologisches Knorpelgewebe bildet bekanntlich kein seltenes Vorkommniss. Es erscheint einmal als entzündliche Neubildung bei chronischer Gelenkentzündung und bei der Kallusbildung. In der Regel aber tritt derartiges Knorpelgewebe in Form der Geschwülste, der sogenannten Enchondrome auf. Die Texturverhältnisse solcher Knorpelgeschwülste gestalten sich in ähnlicher Weise verschieden, wie beim normalen Gewebe. So kann die Grundmasse homogen erscheinen (und es ist vorherrschend der Fall), ein elastisches Balkenwerk über Strecken darstellen oder endlich den bindegewebigen Charakter tragen: ja gar nicht selten begegnet man an den verschiedenen Stellen eines und desselben Enchondrom jenen dreierlei Erscheinungsformen des Knorpelgewebes.

Auf die Untersuchungsmethoden weiter einzutreten, würde überflüssig sein; sie sind die gleichen wie beim normalen Gewebe.

Zur Aufbewahrung von Knorpelpräparaten hat man verschiedene Flüssigkeiten empfohlen. Schon destillirtes Wasser oder Kampherwasser leistet gute Dienste. Ebenso wirkt, wenigstens in manchen Fällen, ein stark mit Wasser versetztes Glycerin (2 Theile Wasser, 1 Theil Glycerin) vortheilhaft. Harting bediente sich einmal des Kreosotwassers (S. 128), theils einer Sublimatlösung (1 Theil auf 2—500 Wasser). In letzterer Flüssigkeit habe ich ebenfalls mit Glück

konservirt. Ferner ist noch der Sublimat in Verbindung mit Phosphorsäure (Sublimat 1, Phosphorsäure 1 und Wasser 30) empfohlen worden (S. 127). Mit Karmin stärker tingirte und durch absoluten Alkohol entwässerte Knorpel können auch zur Noth in Kanadabalsam eingeschlossen werden.

Vierzehnter Abschnitt.

Knochen und Zähne.

Wir besprechen diese beiden Glieder der Bindesubstanz in einem besondern Kapitel, weil sie bei ihrer Härte und Festigkeit eigenthümliche Untersuchungsmethoden erfordern.

Die vorbereitende Behandlung der Knochen und Zähne ist eine doppelte, je nachdem man entweder diese Theile mit ihren anorganischen Bestandtheilen oder derselben beraubt zu erhalten wünscht. Sprechen wir zuerst von letzterer.

Zur Entkalkung bedient man sich verschiedener Säuren, der Salz- und Salpetersäure, sowie der Chromsäure, letzterer theils rein, theils mit Salzsäurezusatz, um eine energischere Wirkung zu erzielen. Kleine Stücke des Knochens, Zähne verlieren so in Salz- oder Salpetersäure, wenn die Flüssigkeit mehrmals gewechselt wird, nach einigen Tagen ihre Knochenerde; längere Zeit erfordert die Chromsäure. Stets wähle man stärkere Verdünnungsgrade (etwa 5% Salzsäure) und lasse sich einige Tage mehr, ja selbst eine ganze Woche nicht gereuen, will man anders das Gewebe schonen. Chromsäure in Verbindung mit ein paar Tropfen Chlorwasserstoffsäure (S. 76) verdient die meiste Empfehlung. Man wird das eingelegte Objekt allmählich heller und biegsamer und endlich in Ansehen und Konsistenz dem Knorpel ähnlich werden sehen. Jetzt unterbreche man die Säureeinwirkung und wasche den Knochen oder Zahn in Wasser sorgfältig aus. Die so entkalkten Theile oder — wie ein schlecht gewählter Ausdruck besagt — der Knochen- und Zahnknorpel gestatten dann dieselben Untersuchungsmethoden wie das eigentliche Knorpelgewebe. Für alle Beobachtungen, wo mit Ersparung von Zeit und Mühe eine grössere Reihe von Ansichten gewonnen werden soll, empfiehlt sich die Methode am meisten. Man kann getrocknete Objekte in dieser Weise entkalken, ebenso frische, unmittelbar der Leiche entnommene. Knochen in letzterem Zustande mit Chromsäure behandelt bieten dann gleichzeitig die ihre Gänge und Hohlräume einnehmende Ausfüllungsmasse, das Mark, dar; Aehnliches leistet Holzessig.

Das eigentliche Zahnbein und auch noch das Zement lassen bei der gleichen Entkalkung ihre Textur gut erkennen, nicht mehr aber bei seinem so bedeutenden Gehalte an Mineralbestandtheilen der Zahnschmelz.

Tiefere Eingriffe sind natürlich erforderlich, wenn man im Knochengewebe die Wandungen der Kalkkanälchen und seiner Höhlen mit den Zellenresten d. h. wenn man die sogenannten Knochenkörperchen, ebenso im Zahnbein die Zahnröhrchen isoliren will.

Schon vor Jahren lehrte Virchow in derartiger Weise jene Knochenkörperchen befreien. Man nimmt aus einem frischen Knochen ein Plättchen und mazerirt dasselbe entweder einfach in Salzsäure oder kocht es im entkalkten Zustande, sei es (was vorzuziehen) mit Natronlauge. Dann kommt ein Moment, wo das Gewebe breiig erweicht wird. Jetzt entnommene Präparate (Fig. 140) zeigen uns, namentlich wenn man einigen Druck auf das Deckgläschen übt, aus der zerfahrenden

Grundsubstanz die Knochenkörperchen sammt ihren Ausläufern und Kernen hervortretend. Bisweilen kann man einzelne jener auf diesem Wege ganz isoliren (*a. c. d*). Dass sie durch so energische Eingriffe starke Veränderungen erlitten haben, liegt auf der Hand.

Fig. 140. Reste der Knochenkörperchen mit ihrer Begrenzungsschicht aus der entkalkten Diaphyse des Femur nach dem Aufkochen in Natronlauge. *a*, *b*, *c* Körperchen mit erhaltenem Kerne (bei *b* noch ein Rest der Grundsubstanz anhängend); *d* ein Knochenkörperchen mit zerfallenem Nukleus.

Eine andere Isolationsmethode mittelst starker Salpetersäure hat Förster kennen gelehrt. Man bringt Plättchen des trocknen Knochens oder Zahnes in konzentrirte oder nur wenig verdünnte Salpetersäure, der man etwas Glycerin zusetzt, und erhält nach einer Reihe von Stunden, bisweilen erst am folgenden Tage den gewünschten Effekt. Selbst Knochen, bei welchen alle Weichtheile zerstört sind, ergeben bei gleicher Behandlung ein ähnliches Bild (Neumann).

Auch eine Mazeration in starker Salzsäure, ebenso ein anhaltenderes Kochen des entkalkten Knochenstückchens im Papin'schen Topfe führt die Zerstörung der Zwischensubstanz und die Isolirung der Knochenkörperchen mit ihren Ausläufersystemen herbei. Dünne Knochenplättchen zerfallen schon nach einem halben Tage oder einer mehrstündigen Einwirkung verdünnter Kali- oder Natronlaugen.

Sehr dünne Knochenplättchen im frischen Zustande, namentlich nach vorsichtiger Karmin- oder Hämatoxylintinktion, bieten aber erst eine Gelegenheit dar, die eigentliche Knochenzelle zu erkennen (Fig. 141). Dieselbe (*b*) umgeben von der schon erwähnten elastischen Grenzschicht der Grundmasse (*a*) stellt jenes Knochenkörperchen des vorhergehenden Holzschnittes dar.

Auch die Vergoldung hat man zum Nachweis der Knochenzellen empfohlen. Die dünnen Schädelknochen der Wassersalamander nach 1—1½stündigem Einlegen in einer Lösung von 1% und darauf folgender Reduktion in angesäuertem Wasser geben nach einem bis anderthalb Tagen gute Bilder. Die anhängenden Weichtheile kratze man schon in der Goldlösung vom Knochen herunter. Selbst Fragmente grösserer Knochen erlauben jene Behandlung (Joseph).

Um die sogenannten Sharpey'schen Fasern (stehen gebliebene Bindegewebebündel) zu erkennen, verwende man gleichfalls die entkalkten Knochen von Mensch und Säugethier (Fig. 142).

Fig. 141. Knochenzelle aus dem frischen Siebbein der Maus mit Karmin tingirt. *a* Grenzschicht; *b* Zelle.

Fig. 142. Die Sharpey'schen Fasern *b* einer Beinhautlamelle der menschlichen Tibia; *a c* Knochenhöhlen.

Fig. 143. Zwei Dentinzellen *b*, welche mit ihren Ausläufern ein Stückchen der Zahnkanälchen bei *a* durchsetzen und bei *c* aus dem Zahnbeinfragment hervorragen; nach Beale.

Auch das Zahnbein gestattet unter ähnlichen Methoden die Isolation der Zahnröhrchenwandung. In Fragmenten frischer Zähne sieht man übrigens jene Röhrchen von einem System weicher Fasern eingenommen (Fig. 143 *c*), welch' letztere Ausläufer der Dentinzellen der Zahnpulpa oder der sogenannten Odontoblasten (*b*) herstellen (Tomes).

Ein ganz anderes Verfahren wird für die Untersuchung des kalkhaltigen Knochen- und Zahngewebes erforderlich. Feine, ausgesägte Plättchen müssen auf einem Schleifsteine mehr und mehr abgeschliffen werden, bis sie eine Papierdünne und die zur Beobachtung erforderliche Durchsichtigkeit gewinnen. Die ganze Prozedur ist allerdings eine zeitraubende, mühsame und deshalb in der Regel von den Mikroskopikern gescheute. Indessen erhält man bei einiger Ausdauer treffliche und keiner Zerstörung unterworfene Präparate.

Man kann hier auf verschiedenen Wegen das gewünschte Ziel erreichen, und mancherlei Vorschriften, Knochen- und Zahnschliffe herzustellen, liegen vor. Wir wollen hier ein Verfahren dem Leser mittheilen, welches zur Gewinnung sehr schöner Objekte führt und in seinen Grundzügen vor einigen Jahren von Reinicke angegeben worden ist.

Zum Heraussägen eines Knochen- oder Zahnplättchens verwendet man eine feinere Handsäge, deren von Schrauben gehaltenes Blatt aus einer Taschenuhrfeder besteht. Um zu fixiren schraubt man den Knochen oder Zahn in einen Schraubstock fest. Spröde Objekte, die ein Zerspringen befürchten lassen, werden vorher mit Papier umwickelt.

Das ausgesägte Plättchen erfährt seine erste Abschleifung durch einen kleinen drehbaren Schleifstein, dessen Kurbel von der linken Hand bewegt wird, während man mit den Fingern der rechten Hand an eine seiner beiden ebenen Flächen das Plättchen andrückt. Ein unter dem Drehsteine befindlicher Trog nimmt Wasser auf und befeuchtet so den rotirenden Stein. Besitzt man das ziemlich wohlfeile Werkzeug nicht, so kann man auch durch eine Feile den ersten Ueberschuss wegnehmen.

Um nun eine glatte Fläche zu gewinnen, bringt man das so verdünnte Präparat auf einen feinen, flachen Handschleifstein, wie man ihn zum Abziehen der Rasirmesser verwendet. Hier kann man jenes, von der Fingerspitze gehalten, allmählich auf beiden Flächen weiter abschleifen. Auch zwischen zwei derartigen Schleifsteinen gelingt dasselbe, und zwar rascher. Kleine Objekte kittet man vorher durch Kanadabalsam an eine Glasplatte fest; zum Ablösen und dem Entfernen des Balsamrestes dient am besten Aether. Auch mit rothem Siegellack kann man sehr bequem aufkitten und an dem lebhaft durchschimmernden Roth schliesslich die hinreichende Dünne des Schliffes erkennen (der durch starken Alkohol gelöst wird). Das endlich gewonnene Objekt wird dann in Wasser entweder mit einem Pinsel oder mit einer weichen Zahnbürste gereinigt und getrocknet. Ist der Schleifstein hinreichend feinkörnig, so kann man hierbei aufhören. Will man eine bessere Politur erzielen, so verwende man eine Glasplatte oder ein Stück weiches Leder, welches auf einem flachen Holztäfelchen aufgenagelt ist und mit Tripel oder einem andern Polirpulver eingerieben wird. Auch mit feinerem Schmirgelpapier kann man in kurzer Zeit eine hübsche Politur herstellen. Ein auf diesem Wege erhaltenes Präparat, z. B. ein Querschliff (Fig. 144), entfaltet ein reizendes Bild. Man erkennt die verschiedenen, den ganzen Knochen durchziehenden allgemeinen oder Grundlamellen (*a d b*), sieht die Querschnitte der Havers'schen Kanäle und der sie umkreisenden Speziallamellen (*c*) und die zahllosen so auffallenden Knochenkörperchen mit ihren Kalkkanälchen (*e*).

Um aber jene Anschauung zu gewinnen, muss letzteres Kanalsystem trocken und von Luft erfüllt sein. Ohne jeden Zusatz gewährt ein hinreichend dünner Schliff das Bild und kann in diesem Zustande als bleibendes Präparat in die Sammlung kommen. Sehr hübsche Präparate bekommt man durch Einschmelzen in einen harzigen Körper. Gewöhnlicher frischer Kanadabalsam ist aber hierzu nicht geeignet, indem bei dessen langsamer Erhärtung der luftige Inhalt des Schliffes mehr oder weniger vollständig austritt. Um ein gutes Einschlussmittel zu gewinnen, verfahre man in folgender Weise: Man bringe eine Partie frischen Kanadabalsams in ein Uhrgläschen und setze dieses mit übergestürzter Glasglocke Tage lang auf

einen warmen Ofen, bis der Kanadabalsam ganz hart und fest geworden ist. Dieser, unter stärkerer Erwärmung der Glasplatte, schliesst dann den Knochen- und Zahnschliff lufthaltig ein, namentlich wenn man das Präparat unmittelbar nach dem Einkitten der Kälte aussetzt.

Doch es giebt noch ein viel zweckmässigeres Verfahren. Man umzieht das Knochenplättchen mit einer warmen Lösung vorher filtrirter Gelatine. Nach dem Erkalten und Trocknen genügt jedes harzige Einschlussmittel.

Will man dagegen das Kanalsystem der Knochenkörperchen, von Flüssigkeit erfüllt, in Form von Lücken zur Anschauung bringen, so verwende man bei der Untersuchung Terpentinöl und zum bleibenden Einschluss frischen kaltflüssigen Kanadabalsam. Karmin- und Hämatoxylintinktionen können als zweckmässiges Hülfsmittel vorhergehen (Fig. 145).

Um die Blutgefässe zu erfüllen, was gerade nicht leicht ist, kann man von einem grösseren Gefässe (bei kleinen Geschöpfen) oder von der ernährenden Arterie (bei grösseren Thieren) das Leimgemisch eintreiben.

Fig. 144. Querschliff des menschlichen Metakarpus. *a* Innen-, *b* Aussenfläche; *d* intermediäre Lamellen; *c* Querschnitte der Havers'schen Kanäle und ihrer Lamellensysteme; *e* lufthaltige Knochenkörperchen und Kalkkanälchen.

Fig. 145. Querschliff eines Stückes der Diaphyse des Humerus mit Terpentinöl versetzt. *a* Havers'sche Kanäle; *b* deren Lamellen; *c* neu aufgelagerte Knochensubstanz; *d* Knochenzellen.

Injizirte Knochen können, durch die verdünnte Chromsäure langsam und schonend entkalkt, in Kanadabalsam oder in Glycerin untersucht und konservirt werden. Man wird hier auf einen haltbaren Farbestoff bedacht sein müssen. Mit löslichem Berliner Blau ausgespritzte Knochen haben mir recht schöne Präparate geliefert. Einiges Auspinseln der Kanäle ist anzurathen.

Man verdankt Gerlach eine Methode, das Höhlensystem der Knochenkörperchen und Kalkkanälchen mit Farbestoff zu erfüllen und so den hohlen Charakter

desselben auf das Anschaulichste zu zeigen. Man verwendet einen transparenten Farbestoff und einen kleineren Röhrenknochen, welcher vorher hinreichend mazerirt und sorgfältig entfettet worden ist. Dieser wird zur Aufnahme der Kanüle an der Epiphyse angebohrt und über seine ganze Oberfläche mit Schellack überzogen, damit nicht die Injektionsmasse aus den Oeffnungen der Havers'schen Kanäle auslaufe.

Um die Doppelbrechung des einaxig negativen Knochens zu erkennen, nehme man möglichst genau in der queren oder vertikalen Richtung ausgesägte kalkhaltige Schliffe, welche weder allzu dünn noch allzu dick, aber durch Kanadabalsam oder Terpentin stark aufgehellt sein sollen. Haben wir einen passenden Querschliff, wo der Diameter der Havers'schen Lamellen senkrecht zur Längsaxe des Knochens steht, so erkennen wir im polarisirten Lichte in zierlicher Weise ein regelmässiges, bei allen Drehungen gleichbleibendes Kreuz. Indessen nur eine Minorität von Knochenschliffen erfüllt diese Anforderungen genügend. Sehr schöne Bilder gewinnt man durch Einschaltung passender Gyps- oder Glimmerblättchen. Weiteres Detail findet der Leser in der Valentin'schen Schrift.

Bei der Untersuchung kariöser Zähne kann man, wie Neumann uns empfiehlt, die Zertrümmerung im Schraubstock vornehmen und dann die braun gewordenen und ihrer Kalksalze beraubten Stellen zerschneiden. Will man aber den Uebergang des Erkrankten in das Gesunde näher verfolgen, so empfiehlt sich die vorhergehende Entkalkung. Auch Tinktionen mit Karmin, Hämatoxylin und Iod leisten gute Dienste.

Viel mühsamer als Knochen und Zahnbein lässt sich der Zahnschmelz zur Untersuchung vorbereiten. Man verwende am besten nur junge Zähne im frischen Zustande und sei schon beim Sägen, doch mehr beim Schleifen sehr vorsichtig. Getrocknete Zähne können durch ein mehrtägiges Einweichen in Wasser

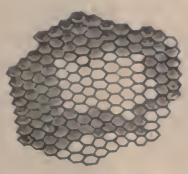


Fig. 147. Querschliff der Schmelzprismen des Menschen.

Fig. 148. Seitenansicht von menschlichen Schmelzprismen.

wieder brauchbar werden. Man wird dann an guten Objekten Längs- und Querschnitte der Schmelzprismen (Fig. 147, 148) erkennen. Die Querlinien des Schmelzes sieht man durch Betupfen mit Salzsäure am besten. Zur Isolirung der letzteren Elemente nehme man in der Bildung begriffene Zähne.

Die Zahnpulpa untersucht man an frischen Zähnen und befreit sie durch Zerklopfen des Zahnes mit einem Hammer oder durch Zersprengen desselben im Schraubstock. Auch durch Chromsäure schonend entkalkte und dann in Alkohol erhärtete Zähne geben namentlich an Querschnitten sehr gute Anschauungen. Der Nerven werden wir später gedenken.

Fig. 146. Menschlicher Schneidezahn im Vertikalschnitt.

Ueber das histologische Verhalten der so schwierigen und komplizirten Entwicklung der Zähne müssen wir auf die Lehrbücher verweisen. Zur Beob-

achtung wähle man in Chromsäure eingelegte Embryonen, namentlich aus dem 3ten bis 6ten Monat des Fruchtlebens, ebenso von Säugethieren, wie z. B. dem Schwein oder von Hund und Katze unter den Fleischfressern. Auch der Neugeborne wird mit Vortheil benutzt. Zweckmässig ist es nur die Kiefer einzulegen. Die schönsten Bilder giebt eine sehr langsame, mehrere Wochen umfassende Entkalkung durch Chromsäurelösungen von 0,1—0,3 %, welche öfter gewechselt werden müssen. Auch eine 5 % Lösung der offizinellen Salpetersäure ist zu diesem Zwecke von Boll sehr gerühmt worden. Durch die so erweichten Kiefer führt man mit dem Rasirmesser feine Schnitte in verschiedenen Richtungen und untersucht bei Glycerinzusatz. Zur Herstellung dauernder Präparate empfiehlt sich nach vorhergegangener Karmintinktion der Kanadabalsam.

Nicht minder schwierig gestaltet sich die Beobachtung des werdenden Knochens. Während vor zwanzig Jahren bei der Unvollkommenheit der damaligen Untersuchungsweisen die Osteogenese kaum zu ermitteln war, ist es der neueren Zeit an der Hand besserer Methoden indessen gelungen, wenigstens die Hauptmomente der hier vorkommenden Texturverhältnisse zu entwirren.

Man unterscheidet die verschiedenen Skeletstücke in solche, welche knorplig vorgebildet sind, und andere, welche derartige knorplige Voranlage nicht erkennen lassen. Durch die Arbeiten der Neuzeit haben wir indessen erfahren, dass bei den ersten nicht der Knorpel sich zur Knochensubstanz verwandelt, wie eine frühere Epoche angenommen hatte, dass vielmehr das Knorpelgewebe unter Entwicklung von Gefässen und Einlagerung von Knochenerde zu Grunde geht, und dass in den durch seine Auflösung entstandenen Lücken die Knochensubstanz als sekundäres, neu gebildetes Gewebe erscheint.

Knorpelgewebe, welches in derartiger Weise der Knochensubstanz Platz machen soll, zeigt sich von mit kleinen Zellen erfüllten Kanälen durchzogen, in welchen es zur Entwicklung von Blutgefässen kommt. Diese Beobachtung macht man bei einigen Schnitten fötaler Skeletknorpel im Allgemeinen leicht, und bedient man sich, wie es zur Zeit üblich ist, in Chromsäure eingelegter Embryonen des Menschen und der Säugethiere, so wird man nicht selten an Glycerinpräparaten noch die Blutzellen als röthlichbraune Ausfüllungsmasse jener unentwickelten Gefässe erkennen. Dann zeigen sich die sogenannten Ossifikationspunkte, d. h. die Stellen des Skeletknorpels, wo Kalkkrümel reichlich der Zwischensubstanz eingebettet liegen (Fig. 149 *a*), und wo dann die bald eintretende Auflösung und Einschmelzung des Knorpelgewebes beginnt. Auch hierzu eignen sich gerade Chromsäurepräparate vortrefflich, indem nach der Entkalkung die betreffenden Stellen durch das trübe Ansehen und die ungleichmässige Beschaffenheit der Zwischensubstanz noch kenntlich bleiben, aber bei der Benützung des Glycerin einen solchen Grad der Durchsichtigkeit gewinnen, dass es an ihnen zum ersten Male möglich geworden ist, die betreffenden Vorgänge in allem Detail zu untersuchen.

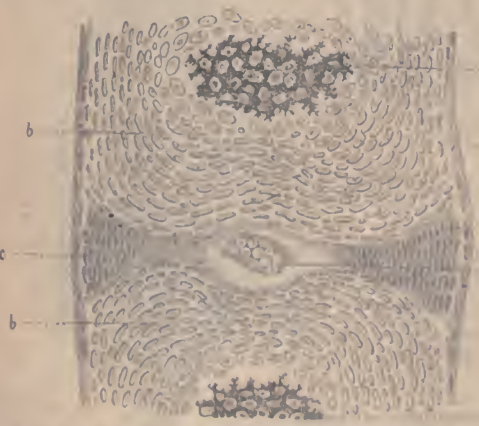


Fig. 149. Der letzte Brust- und erste Lendenwirbel eines menschlichen Fötus von 10 Wochen im vertikalen Durchschnitt. *a* verkalktes, *b* weiches Knorpelgewebe; *c* längliche Zellen in der Peripherie der sich entwickelnden Symphyse; *d* Rest der Chorda dorsalis zum Gallertkern der Wirbelsymphyse sich gestaltend.

An der Hand der gleichen Methode — und wir empfehlen hier Hämatoxylin-

und Karmininktionen aufs Angelegentlichste — verfolgt man denn auch die späteren Stadien des Prozesses (Fig. 150 und 151), die durch fortgehende Einschmelzung des Knorpelgewebes mehr und mehr überhand nehmende Lückenbildung des Skeletknorpels (*a b d f*) und die an der Peripherie weiter schreitende Verkalkung des Knorpelgewebes, die hier auftretende Tochterzellenbildung u. a. m., worüber die Lehrbücher der Histologie zu vergleichen sind.

Pinselt man die gewonnenen Schnitte etwas aus, so bemerkt man die neu gebildete Knochensubstanz in Gestalt einer die Höhlenwandungen überziehenden

Fig. 150. Eine Phalanx-Epiphyse des Kalbes in ihrem Verknocherungsrande senkrecht durchschnitten. Nach oben der Knorpel mit seinen unregelmässigen, Tochterzellen führenden Kapseln. *a* Kleinere in dem Knorpelgewebe gebrochene Markräume, zum Theil ohne sichtbaren Eingang; *b* solche mit den Zellen des Knorpelmarks; *c* Reste des verkalkten Knorpels; *d* grössere Markräume, über deren Wandungen das neugebildete, theils dünne und ungeschichtete, theils dickere und lamellose Knochengewebe aufgegossen ist; *e* eine in der Bildung begriffene Knochenzelle; *f* eine eröffnete Knorpelkapsel mit einer eingelagerten Knochenzelle; *g* eine theilweise ausgefüllte Höhle, von Knochensubstanz äusserlich bedeckt und im Innern eine Markzelle führend; *h* zahlreiche, scheinbare geschlossene Knorpelkapseln mit Knochenzellen.

Fig. 151. Querschnitt aus dem oberen Theile des Femur eines 11wöchentlichen menschlichen Embryo. *a* Knorpelreste; *b* Ueberzüge des osteoiden Gewebes.

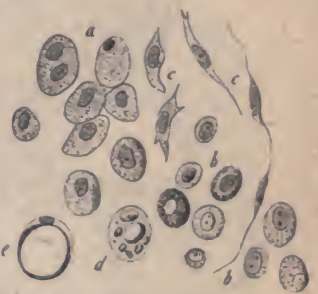


Fig. 152. Knorpelmarkzellen. *a* Aus dem Humerus eines 5monatlichen menschlichen Fötus; *b* aus dem gleichen Knochen des Neugebornen; *c* sternförmige und zu Faserbildungen verschmelzende Zellen der ersteren; *d* Bildung der Fettzellen des Marks; *e* eine mit Fett fast völlig erfüllte Zelle.

homogenen Schicht (Fig. 150 *d d*, 151 *b*) mit den jungen Knochenzellen (*e*), anfangs dünn, weich und ungeschichtet, bald dicker, geschichtet und in den äussersten Lagen diffus verkalkt. Verwendet man die Strelzoff'sche Doppeltinktion (S. 94) in vorsichtiger Anwendung, so gewinnt man prächtige Bilder. Die Knorpelreste erscheinen blau, die neugebildete Knochensubstanz roth. Doch leider sind solche Präparate recht vergänglicher Natur.

Um die Entstehung der Knochenzellen zu erkennen, bedarf es genauerer Un-

tersuchungen und einer sorgfältigen Analyse der die Höhlungen einnehmenden Zellenformationen. Auch hier sind Tinktionen sehr nützlich.

Diese (Fig. 150 *b b* und 152 *a*), früher als Abkömmlinge der Tochterzellen des untergehenden Knorpelgewebes betrachtet, stellen dem unbewaffneten Auge eine weiche, röthliche Masse dar und erscheinen unter dem Bilde der Lymphoidzellen rundlich, klein, granulirt, mit einfachem oder doppeltem Kerne. Manche nehmen spindel- und sternförmige Gestalten an (*c c*), um zu Bindegewebezellen sich zu gestalten, andere bilden Haargefässe, wiederum andere dürften in späterer Zeit unter gleichmässigem Wachsthum sich vergrössernd zu den kugligen Fettzellen des Knochenmarks (*d e*) sich umformen. Achtet man auf die Peripherie dieser zelligen Ausfüllungsmassen, namentlich an dünnen und mit Vorsicht etwas ausgepinselten Schnitten, so wird man hier eine Lage eigenthümlicher, dicht gedrängt stehender Zellen, welche von den gewöhnlichen Markzellen etwas abweichen und an Epithelien erinnern, bemerken (Fig. 153 *c*). Von ihnen, den »Osteoblasten« (Gegenbaur's) geschieht nach aussen die Abscheidung der Grundsubstanz des Knochengewebes, und einzelne dieser Zellen, über die gedrängte Reihe hinausrückend, senken sich in jene Substanz ein (*g*), um strahlig auswachsend zu Knochenzellen (*f*) zu werden.

Solche Zellen, mit beginnender Sternform, zum Theil schon gänzlich von homogener Zwischensubstanz umhüllt, zum Theil einen derartigen Ueberzug nur über einen Theil ihrer Oberfläche (und zwar den nach aussen gerichteten) tragend, zeigt Fig. 150 *d e*.

Die fortgehende Brechung neuer Hohlräume in den noch stehen gebliebenen Resten des Knorpels führt zu zahlreichen Eröffnungen von Knorpelkapseln. Bald werden auch diese Lücken von Knochenzellen und Interzellularmassen eingenommen. Erkennt man die Eingangspforte einer so mit junger Knochensubstanz ausgegossenen Höhlung (Fig. 150 *f*), so ist das Bild leicht verständlich. Weit häufiger jedoch sieht man jenen Zugang nicht (*h h*), und dann macht es den Eindruck, als ob im Innern uneröffneter Knorpelkapseln Knochenkörperchen gelegen seien. Schon frühere Beobachter hatten vielfach derartige Bilder bei ihren Untersuchungen gewonnen, und sich so zu der irrthümlichen Deutung verführen lassen, dass der Zellenrest der sich ungleichmässig (nach Art der Porenkanalbildung bei Pflanzen) verdickenden Knorpelkapsel zum Knochenkörperchen werde. Sehr instruktive Bilder dieser Eröffnungen der Knorpelkapseln erhält man durch die Vergleichung einer Reihe auf einander folgender Querschnitte (Müller). Indessen ob nur in eröffneten Knorpelkapseln Knochenzellen vorkommen und nicht auch in noch geschlossenen — dieses ist eine zur Zeit noch nicht sicher gelöste Frage.

Fig. 153. Querschnitt aus dem Femur eines menschlichen Embryo von etwa 11 Wochen. *a* Ein quer- und *b* ein längsdurchschnittenes Markkanälchen; *c* Osteoblasten; *d* die hellere jüngste, *e* die ältere Knochensubstanz; *f* Knochenhöhlen mit den Zellen; *g* Zelle noch mit dem Osteoblasten zusammenhängend.

Auch die späteren Phasen, die zunehmende Ablagerung neuer Knochenlamellen und die endliche Einschmelzung der letzten Knorpelreste (Fig. 150 *e*,

151 *a*) beobachtet man an der Hand der oben erwähnten Methode. Handelt es sich um Unterscheidung des schon diffus verkalkten älteren Knochengewebes von dem ganz jungen und noch weichen, so sollte die Karmintinktion jedesmal zur Anwendung kommen, indem die noch weiche (osteogene) Knochensubstanz leicht und lebhaft sich röthet, während die ältere verkalkte (osteoide) den Farbestoff viel langsamer und schwieriger annimmt, selbst dann noch, wenn ein ansehnlicher Theil der Knochenerde durch die Chromsäure ihr schon entzogen worden ist. Auch für den umgekehrt verlaufenden Prozess, für die normal wie pathologisch auftretende Entkalkung und Einschmelzung von Knochengewebe ist das Hülfsmittel ein treffliches.

Um das Wachsthum fötaler oder jugendlicher, vorher entkalkter Knochen zu erkennen, eignen sich theils longitudinale, theils quere Schnitte. Die ersteren zeigen uns das auf Kosten der knorpeligen Gelenktheile geschehende Längswachsthum unter denselben Strukturveränderungen, welche wir so eben bei der ersten Knochenbildung erörtert haben.

Handelt es sich dagegen (Fig. 154) um die Dickenzunahme eines Knochens, welche durch Neubildung osteogenen Gewebes (*e*) von dem Bindegewebe der Beinhaut (*a b*) her mit Beihülfe einer ähnlichen Osteoblastenschicht (*c*) geschieht und überhaupt erst unter Einschmelzung der primären, unregelmässig abgelagerten osteoiden Substanz dem Knochen seine regelmässige, zierliche Struktur verleiht, so verdienen in der Regel Querschnitte, die man mit Karmin tingirt, den Vorzug.

Mit dem periostealen Wachsthum fällt die zweite Entstehung des Knochengewebes ohne knorplige Voranlage aus bindegewebiger Substanz fast vollkommen zusammen und erfordert dieselben Methoden. Vorherige Entkalkung durch Chromsäure mit darauf folgender Karminfärbung oder der Strelzoff'schen Doppeltinktion hat mir die besten Bilder geliefert. Indessen auch den von Billroth empfohlenen Holzessig kann man, wie einige Versuche mich lehrten, mit Vortheil anwenden.

Gelingt es, die zu solchen Untersuchungen bestimmten Früchte glücklich mit transparenten Massen zu injiziren, so wird man hier, wie bei allen osteogenetischen Untersuchungen Vieles besser und instruktiver erkennen als bei unerfüllter Blutbahn. Die Anwendung warmen Wassers in der S. 168 angeführten Weise, um die Zwischensubstanz in den Zustand breiiger Erweichung überzuführen, verdiente dann noch eine weitere Prüfung, da vermuthlich auch hier, wie im fertigen Knochen, die Zellen deutlicher und schärfer vortreten werden.

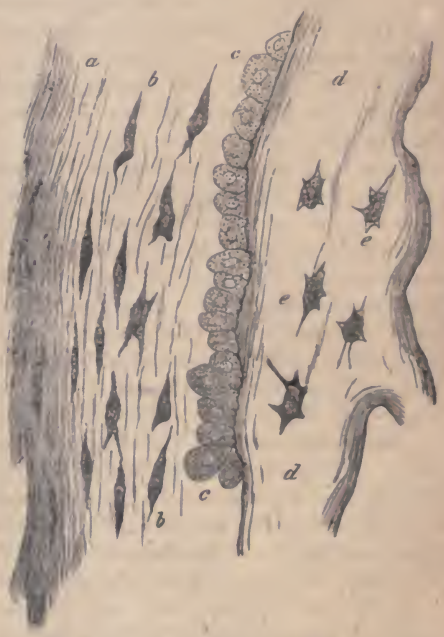


Fig. 154. Bildung sekundärer Knochenmasse. Längsschnitt durch das Femur eines älteren Schaffötus. *a* Die Innenschicht der Beinhaut, aus Bindegewebe bestehend; *b* die jüngere oder Ollier'sche Schicht des Periost; *c* die Lage der Osteoblasten; *d* neugebildetes Knochengewebe; *e* Knochenhöhlen und -Zellen.

Zur Untersuchung des Knochenmarks kann man einmal die vorbereitenden Erhärtungsmethoden mit Chromsäure, doppelt chromsaurem Kali und Müller'scher Flüssigkeit verwenden. Dann empfiehlt sich das frische Gewebe mit indifferenten Zusatzflüssigkeiten. Man wird sich alsdann z. B. leicht bei Sommerfröschen von

dem lebendigen Formenwechsel der Knochenmarkzellen überzeugen (Bizzozero). Bei Säugethieren gelingt es auf diesem Wege im rothen Knochenmark zahlreiche Uebergangsformen der Lymphoidzellen in rothe Blutkörperchen zu gewahren. Man ist auf diese Quelle der letzteren Zellen erst in neuerer Zeit aufmerksam geworden (Bizzozero, Neumann). Schon oben S. 138 haben wir ihrer flüchtig gedacht. Der Gedanke einer Einwanderung unserer Zellen in die dünnwandigen Knochenmarksgefässe liegt nahe.

Was die in späteren Lebensperioden auftretende Verknöcherung permanenter Knorpel, wie derjenigen der Rippen und mancher des Kehlkopfes, betrifft, so haben wir hier in der Regel nur mit Knorpelverkalkung zu thun, also mit demselben Prozesse, welcher in ausgedehntester Weise im fötalen Skelet vorkommt, und auch wohl in keiner Zeitperiode des Lebens ganz zessirt. Wie beim Embryo kann aber auch beim Greise das verkalkte Knorpelgewebe resorbirt und osteogene Substanz der Wand der so gebildeten Höhlung aufgelagert werden.

Eine interessante, die normale fötale Knochenbildung ergänzende Studie bildet dann die Untersuchung rhachitischer Knochen. Natürlich fallen die Objekte nach dem Grade des Uebels, nach etwa stattgefundenen Naturheilungsversuchen etc. nicht gleich aus. Ebenso bieten die einzelnen Stellen eines Knochens vielfach Verschiedenheiten dar.

Im Allgemeinen kann man eine ungenügende, bisweilen fast mangelnde Knorpelverkalkung, ein Erhaltenbleiben ansehnlicher Partien des fötalen Knorpels mit eigenthümlichen Umwandlungen seiner Kapseln und eine bald unzureichend, bald gar nicht mit Knochenerde imprägnirte osteogene Substanz als die hauptsächlichen Abweichungen hervorheben.

In dem rhachitischen Skeletknorpel begegnet man der Markraumbildung und den Knorpelmarkzellen, wie im normalen Knochen, ebenso der gleichen Eröffnung der Knorpelkapseln und der Auflagerung der Knochenzellen mit ihrer Zwischensubstanz. Schon in den Markräumen zeigen sich Anomalien der Gestalt und Ausbreitung. So dringen jene vielfach über die Verkalkungsgrenze des Knorpels weit hinaus in den noch unveränderten Theil des letzteren vor. Sehr trügerische Bilder geben dann in dem übrig gebliebenen Knorpel Kapseln, bei welchen die Wand durch ungleichmässige Verdickung den Höhlenrest in Gestalt eines sternförmigen Körpers erkennen lässt. Es entstehen so Bilder, die Knochenzellen höchst ähnlich erscheinen und in der That auch von manchen aufgebrochenen Kapseln, in welchen wahre Knochenkörperchen eingelagert sind, kaum unterschieden werden können, wenn an jenen die Eingangsstelle nicht in die Schnittebene gefallen ist. So werden wir es begreiflich finden, dass vor einigen Jahren gerade die rhachitischen Knochen die sichersten Beweise für die Umwandlung der Knorpelzellen in Knochenkörperchen liefern sollten und als wahre Paradigmen des Ossifikationsprozesses galten. In Wirklichkeit aber bilden sie sehr verfängliche und verführerische Objekte.

Diese wenigen Bemerkungen müssen bei den engen Grenzen unsrer kleinen Schrift genügen. Für weiteres Detail sind die Arbeiten von Bruch, Kölliker, Virchow, Müller und Gegenbaur zu vergleichen.

Zur Untersuchung kann man frische Knochen oder in Weingeist aufbewahrte wählen. Sehr zweckmässig fand Müller hier ebenfalls die Anwendung dünnerer Chromsäurelösungen mit nachherigem Zusatze von Glycerin. Die trefflichsten Anschauungen aber gewährt hier Strelzoff's Doppeltinktion. Die blauen Knorpelreste treten wunderbar scharf hervor.

Neubildungen von osteogenem Gewebe bilden bei dem wuchernden Leben der Knochen ein sowohl auf physiologischem, wie pathologischem Gebiete sehr verbreitetes Vorkommniss. In beiderlei Fällen können die Ausgangspunkte des neuen Knochengewebes die Beinhaut und das sogenannte Endost, d. h. die Bindegewebeschicht, welche die Markhöhle auskleidet, abgeben. Doch ist ersteres bei weitem häufiger der Fall, und Ollier's interessante Versuche lehren, dass die in

entlegene Körpertheile lebend verpflanzte Beinhaut auch hier ihre knochenerzeugende Kraft nicht einbüsst.

Ein schönes, genau untersuchtes Beispiel jenes doppelten Ursprungs liefert uns die Wiedervereinigung gebrochener Knochenstücke, die sogenannte Kallusbildung. Untersucht man hier mit Anwendung der bei der normalen Osteogenese zur Zeit üblichen Methoden, so bemerkt man einmal die von dem Periost ausgegangene und die Knochenenden wie ein Ring umgebende neugebildete osteogene Substanz. Jenes ist hier verdichtet und angeschwollen und unter ihm erscheinen die verschiedenen Schichten des von ihm gebildeten osteogenen Gewebes. In der Regel tragen diese Lagen beim Menschen einen bindegewebigen, seltener wohl einen knorpligen Charakter (während unter gleichen Verhältnissen es bei Säugethieren zur reichlichen Knorpelerzeugung kommt). Zweitens findet sich vereinigendes Knochengewebe unter dem Endost. Dieses schwillt nämlich ebenfalls an und erzeugt neues osteogenes Gewebe, welches durch die Markhöhle sich erstreckt und eine Abschliessung derselben herbeiführt.

Bei grösserem Substanzverlust eines Knochens geschieht die Regeneration vom Periost aus.

Auch andere Neubildungen von Knochengewebe, die Hypertrophien oder Hyperostosen, die entzündlichen Produktionen desselben, die Knochengeschwülste stammen theils, und zwar in erster Linie, vom Periost, theils vom Bindegewebe der Markräume ab.

Hyperostose ist im Grunde genommen genau derselbe Vorgang, welcher beim Dickenwachsthum jugendlicher Knochen getroffen wird, und bietet uns an passenden Querschnitten ganz ähnliche Bilder dar. Die lokale, mehr oder weniger prominirende derartige Neubildung von Knochenmasse, welche ohne Grenze in das gewöhnliche Gewebe übergeht, bildet die kompakten Exostosen. An sie reihen sich dann die Geschwülste eines festeren Knochengewebes an. Sie zeigen theils die gewöhnliche kompakte Textur; in manchen Fällen sind sie schwammigerer Natur, in andern endlich durch geringe Entwickelung von Markkanälchen elfenbeinartig hart. Spongiöses Gefüge erhalten wir an den Osteophyten.

Während die bisher besprochenen Fälle von der Beinhaut gebildetes Knochengewebe dem Leser vorführten, treffen wir in der sogenannten Sklerose der Knochen die von den Markräumen und den Markkanälchen aus geschehende Neubildung des osteogenen Gewebes. Unter den sogenannten Osteosarkomen entwickeln sich die zentralen von der grossen Markhöhle, die peripherischen von dem Periost aus. Sie zeigen im Uebrigen nur vereinzelte kuglige und schollenartige Massen des Knochengewebes ohne Gefässe und Markkanäle.

Die Neubildung osteogener Substanz in weichen Geweben, also unabhängig von vorhandenen Knochen, hat man der modernen Bindesubstanztheorie zu Gefallen sicher sehr übertrieben. Die meisten Fälle betreffen nur verkalktes Bindegewebe mit zackigen Körperchen. Indessen kommt es auch, aber doch seltener, zur Erzeugung wahrer Knochensubstanz in bindegewebigen Theilen. Geschichteter Bau der Grundasse und strahlige, durch ihre Ausläufer netzartig verbundene Knochenkörperchen sichern vor Verwechselung.

Den entgegengesetzten Vorgang bildet die Resorption des vorher entkalkten Knochengewebes. Im normalen Leben kommen Einschmelzungen der Knochensubstanz bei wachsenden jugendlichen Knochen in ausgedehnter Weise vor. Denke man nur an die Bildung der grossen Markhöhle eines Röhrenknochens beim Fötus und an die sogenannten Haversian spaces späterer Zeiten! Die anatomischen Vorgänge hierbei sind Zunahme der Markzellen und Vergrösserung der Markräume, nach Manchen zusammenfallend mit Verfettung der Knochenzellen, mit Entkalkung der angrenzenden osteoiden Substanz und nachfolgender Auflösung derselben. Das einschmelzende Knochengewebe zeigt hierbei vielfach eingebuchtete, wie ausgenagte Ränder, sogenannte Howship'sche Lakunen.

Nach den Beobachtungen Koelliker's kommen an solchen Stellen grosse vielkernige, von ihm »Ostoklasten« genannte Zellen vor, welche diese Auflösung herbeiführen.

Tritt in späterer Zeit als abnormer Prozess ein derartiger Zustand ein, so erhalten wir die sogenannte Osteoporose. Auch die Osteomalacie bietet uns eine ähnliche Zunahme von Markzellen und Markräumen dar mit Verarmung der osteoiden Substanz an Knochenerde und Auflösung jener. Im Grunde genommen der gleiche Vorgang erscheint bei der Bildung von Granulationen. Während aber hier noch die Zwischensubstanz der granulirten Markzellen eine gewisse Festigkeit darbietet, ähnlich der gewöhnlichen Konsistenz des fötalen Knochengewebes, vermag es in andern Fällen zu einer Verflüssigung der Zwischenmasse zu kommen. Die in derartigem Fluidum suspendirten Zellen nennt man dann Eiterkörperchen, und der Vorgang selbst heisst Karies. Letztere kann, den beiden Lokalitäten der Osteogenese entsprechend, im Innern des Knochens in dessen Markräumen, aber auch äusserlich in den vom Periost mit Knochenmark erfüllten Gängen des Knochens auftreten. So lehrt das Mikroskop hier in schöner Weise, wie normale und pathologische Prozesse in einander übergehen.

Entkalkte Knochensubstanz soll sich nach manchen Histologen in gewöhnliches Bindegewebe umwandeln können. Unserer Ansicht nach ist dieses unrichtig. Jene Masse ist keiner weiteren Zukunft mehr fähig; sie fällt früher oder später einfach der Auflösung anheim.

Fragt man endlich nach den Untersuchungsmethoden erkrankter Knochen, so ist auf früher Bemerktes zu verweisen. Sie sind dieselben wie beim normalen Gewebe. Getrocknete Knochen dürften weniger zu empfehlen sein, als feuchte, welche man durch Chromsäure mit Zusatz von etwas Salzsäure entkalkt und nach Umständen in starkem Alkohol nachträglich wieder erhärtet hat. An Knochenerde stark verarmte Knochen können frisch oder als Weingeistpräparate ohne Säureanwendung untersucht werden. Wie wir schon oben anführten, unterscheidet sich das entkalkte Gewebe von dem noch kalkhaltigen durch leichtere Karminimbibition in sehr hübscher Weise.

Fünfzehnter Abschnitt.

Muskeln und Nerven.

Ganz andere Hülfsmittel als die harten Gewebe, welche wir eben verlassen haben, erfordern bei ihrer Weichheit Muskeln und Nerven.

Bekanntlich besteht das Muskelgewebe des Menschen und der Wirbelthiere aus einer doppelten Faserformation, der sogenannten glatten und der quergestreiften.

Die letzteren Muskeln zeigen uns als Element einen gewöhnlich ungetheilten, seltener verzweigten, durch dichte und feine Querlinien markirten Faden (den sogenannten Primitivbündel), während die glatten Muskeln von spindelförmigen, linear aufgereihten Zellen gebildet werden. Mit dieser Differenz der Struktur fallen dann auch Verschiedenheiten der Thätigkeit zusammen. Die glatte Muskulatur des Menschen arbeitet stets unwillkürlich und träge; die quergestreiften Muskeln dagegen gehorchen bei ihrer raschen Kontraktion den Willensimpulsen. Nur das Herz, ein quergestreifter Muskel, zieht sich nach Art des glatten Gewebes ebenfalls unwillkürlich, aber schnell zusammen.

Die Untersuchung der glatten Muskeln (Fig. 155) ist im Allgemeinen eine schwierigere. Gerade an diesem Gewebe zeigt sich, wie wichtig die Benutzung passender Reagentien zur Ermittelung mancher Texturverhältnisse wird.

Lange Zeit hindurch galten den Histologen die Elemente der glatten Muskeln für platte, mit hinter einander gelegenen Kernen besetzte Bänder (*i*), und in der That ergaben die älteren Untersuchungsmethoden auch nichts mehr. Erst am Ende der vierziger Jahre gelang es dem Scharfblick Kölliker's, jene Bänder in reihenweise angeordnete lange, spindelförmige Zellen mit stäbchenförmigen Kernen (*e—h*) aufzulösen. Seit dieser Zeit tragen die Elemente der glatten Muskulatur den Namen der »kontraktilen Faserzellen«.

Man bediente sich früher gewöhnlich der Essigsäure beim Studium der glatten Muskulatur. Auch gekochte (Henle) oder in Weingeist erhärtete Präparate liefern brauchbare Bilder, namentlich mit nachfolgender Karmintinktion.

Doch wir haben in neuerer Zeit schonendere Methoden kennen gelernt.

Zur ersten Untersuchung wähle man etwa den Frosch, dessen Harnblase und Lungen gute Objekte ergeben; auch kleinere Arterien des Frosches sind zu empfehlen. Zur Isolirung einzelner Fasern ohne Reagentien nehme man die Darmwände.

Fig. 155. Glattes Muskelgewebe. *a* die fötale Bildungszelle aus dem Magen des Schweins; *b* eine etwas vorgerücktere derartige Zelle; *c—h* verschiedene Formen der kontraktilen Faserzellen aus dem reifen Körper; *i* Bündel der glatten Muskulatur; *k* Querschnitt des letzteren.

Den feineren Bau untersuche man entweder mit Zugabe einer indifferenten Flüssigkeit, wie Blut- und Iodserum, oder man gehe zur Anwendung von Reagentien über. Hier kann man sich der Vergoldung (0,1%) bedienen. Doch mehr leistet entschieden eine 1—2tägige Mazeration in ganz schwacher Chromsäure von 0,01—0,05%.

Die beiden zuletzt genannten Methoden zeigen uns alsdann auch das Kernkörperchen (Fig. 156) einfach oder in Mehrzahl (Frankenhäuser, Arnold, Schwalbe). Man hatte es früher an dem mit Essigsäure veränderten Gewebe übersehen. Mitunter ist jener Nukleolus indessen schon an der frischen Zelle kenntlich.

Auch die Silberimprägnation ist zur Erkennung zarter Lagen organischer Muskeln, z. B. in den Zotten und der Schleimhaut des Dünndarms, recht geeignet (His); ebenso Chlorpalladium (F. E. Schulze) und Pikrinsäure (Schwarz), welche gelb färben.

Um Querschnitte von Bündeln glatter Muskulatur zu erhalten, wandte man früher das Trocknen an mit darauf folgender Karminfärbung und Essigsäureeinwirkung. Zweckmässiger erscheint die vorbereitende Erhärtung durch Alkohol, Chromsäure oder doppelt chromsaures Kali. Die schonendste

Fig. 156. Elemente der glatten Muskulatur des Kaninchens.

Behandlung beruht aber in der Gefrierungsmethode mit nachfolgender Beigabe von Serum (Arnold) oder einer Kochsalzlösung von 0,5% (Schwalbe). Man wähle hierzu die Magen- oder Darmwand eines Frosches oder Säugethieres, die Harnblase des Hundes (Schwalbe), oder führe durch die Wandung einer grösseren Arterie in vertikaler Richtung einen Schnitt. Auch die beiden Nabelarterien gewähren bei derartiger Behandlung hübsche Bilder. So (Fig. 155, *k*) wird man theils in mehr rundlicher, theils in mehr polyedrischer Gestalt die Querschnitte der Faserzellen und in vielen derselben auch den Querschnitt des Kernes erkennen, und leicht zu der Ueberzeugung kommen, dass die kontraktile Faserzelle keineswegs ein abgeplattetes, sondern ein drehrundes Gebilde darstellt.

Zur Isolirung der Zellen besitzen wir mehrere, zur Zeit übliche gute Methoden:

1) Die Mazeration in Salpetersäure von 20%, mit welcher uns Reichert und Paulsen bekannt gemacht haben. Bei der ersten Einwirkung wird das Gewebe dunkler und gelblicher; nach 24 Stunden beginnt die Zerlegung der Bündel in die kontraktilen Faserzellen, und nach drei Tagen fallen die letzteren leicht aus einander, namentlich bei einigem Schütteln. An den Elementen der glatten Muskulatur tritt zugleich ein eigenthümlich quergerunzeltes oder quergebändertes Ansehen auf.

Auch Salzsäure von 20% übt einen ähnlichen Effekt.

2) Verdünnte Essigsäure.

Dieselbe spielte von jeher bei der Erforschung des uns beschäftigenden Gewebes eine wichtige Rolle, und ist auch von Kölliker bei seinen Untersuchungen in ausgedehnter Weise benutzt worden. Ihr Werth liegt einmal, wie wir schon bemerkt haben, in dem baldigen Sichtbarmachen der so bezeichnenden Nuklearformation, dann durch Aufhellung des Bindegewebes in dem Hervorheben der Bündel der glatten Muskeln selbst. Man nehme Lösungen von 2—5%.

3) Behandlung mit Kalilauge von 30—35%.

Verzichtet man auf die Demonstration der Kerne, so bilden die Kalilaugen von der angegebenen Stärke oder eine solche von 32,5% ein sehr gutes Hülfsmittel zur Isolirung und Demonstration der kontraktilen Faserzellen. Nach einer Einwirkung von 15, 20—30 Minuten gewinnt man die letzteren in zahlreichen, oft wellig gebogenen und geschlängelten Exemplaren.

4) Behandlung mit Kochsalzlösung von 10%.

Die Zellen werden durch dieses Reagens wenig verändert, lösen sich aber hinterher sehr leicht auseinander. So am Hundedarm schon nach 48 Stunden; langsamer gelingt es beim Frosch (Schweigger-Seidel).

Auch die Mazeration in Iodserum oder der schon erwähnten hochverdünnten Chromsäure führt zu jener Isolirung der Muskelelemente.

Untergang glatten Muskelgewebes durch Fettdegeneration der Zellen ist ein sowohl im normalen (Uterus), als krankhaften Geschehen nicht seltenes Ereigniss, ebenso Neubildung des Gewebes von dem vorhandenen aus. Die letzteren Vorgänge bedürfen übrigens noch eines genauen Studium.

Weit lohnendere Objekte liefert die quergestreifte Muskulatur (Fig. 157). Die wichtigeren Bestandtheile treten leicht und schön hervor, und nur die Ermittelung gewisser feinster Texturverhältnisse führt auf ein schwieriges, an der Grenze unserer jetzigen Instrumente liegendes Gebiet.

Wollen wir die Fäden des querstreifigen Muskelgewebes in möglichst unveränderter Gestalt zur Ansicht erhalten, so empfiehlt sich hier besonders der Frosch. Man dekapitirt das Thier und schneidet sogleich, alle Anspannung und Zerrung

vermeidend, den bekannten Brusthautmuskel oder auch einen der vom Zungenbein zum Unterkiefer verlaufenden platten Muskeln heraus. Diese, mit Blutserum oder einer anderen indifferenten Flüssigkeit versetzt, werden uns vorzügliche Bilder des mit der bekannten Längs- und Querzeichnung versehenen Fadens liefern (vergl. Fig. 157, 1; 158, 6). Aehnliche Anschauungen gewinnen wir am lebenden Geschöpfe, wenn wir den Schwanz der Frochlarven wählen; treffliche Objekte liefern auch junge, eben ausgeschlüpfte Fischchen. Verzichtet man auf völlige Frische, so kann der Muskelfaden aus jedem Wirbelthierkörper einige Stunden nach dem Tode zur Verwendung kommen. Ein kleines Stückchen Gewebe, mit Nadeln sorgfältig zerzupft, gewährt jedesmal gute Bilder, und zeigt uns die in Quermesser und Zeichnung wechselnden Fäden.

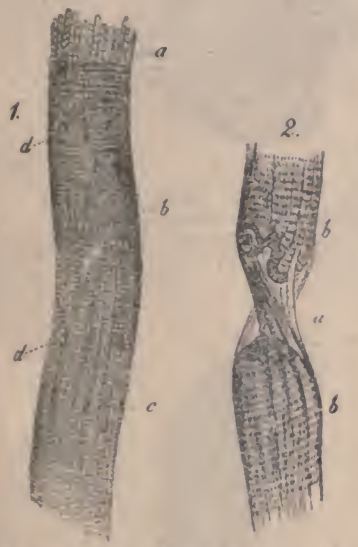


Fig. 157. 1 Quergestreifte Muskelfäden; *a* sogenannte Primitivfibrillen; *b* und *c* Quer- und Längslinien; *d* Kerne. 2 ein Muskelfaden, dessen Fleischmasse *b* durchrissen ist und bei *a* die leere Primitivscheide zeigt.

Fig. 158. 1 Muskelfaden mit sogenannten Primitivfibrillen und deutlichen Querlinien; 2 isolirte Fibrillen in starker Vergrösserung; 3 die Fleischtheilchen zur Scheibe verbunden; 4 die Scheibchen in der Ablösung begriffen; 5 Muskelfaden nach längerer Salzsäuremazeration; *a* und *b* Kerne; *c* und *d* hellere und dunklere Zonen desselben; 6 zwei zugespitzte Fäden des Biceps brachii, schon im Verlauf des Muskels endigend.

Um die Kerne zu erkennen, verwendet man eine schwache Säure (verdünnte Essigsäure, Salzsäure von 0,1 % etc.). Man wird jene dann in Form ovaler Körper entdecken (Fig. 157, 1 *d*, 159 *c*). Ein Rest ursprünglicher Zellensubstanz (Protoplasma) umhüllt den Nukleus und zieht sich über die beiden Pole desselben spindelartig verlängert aus (Muskelkörperchen).

Das Sarkolemma oder die Primitivscheide des Muskelfadens sehen wir bei der gewöhnlichen Beobachtung nicht, da diese Hülle den kontraktilen Inhalt dicht umschliesst. Zu ihrer Wahrnehmung kann man indessen auf verschiedenen Wegen gelangen. Einmal gewähren längere Zeit in Alkohol liegende Muskeln der Fischlurche, des Proteus und Axolotl, ohne Weiteres ein sehr hübsches Bild der lose abstehenden Hülle. Löst man ferner durch eine länger fortgesetzte Mazeration in Salzsäure von 0,1 % die verschiedenen Eiweisssubstanzen derselben zum grössten Theile auf, so erkennt man, wie an den Schnittenden der

Muskelfäden die erweichte Inhaltsmasse aus einer umgebenden Scheide ausläuft. Mit einer etwas komplizirten chemischen Prozedur kann man, wie uns KÜHNE belehrt hat, das Sarkolemma sogar völlig isoliren. Hierzu wird der Muskelfaden des Frosches einen Tag lang in Wasser mit 0,01 % Schwefelsäure von 1,83 spez. Gewicht mazerirt und dann durch eine ebenfalls 24 Stunden erfordernde Digestion in Wasser bei 35—40° C. von seinem Bindegewebe befreit. Jetzt unterwirft man den Faden nochmals einen Tag lang der Einwirkung der Salzsäure von 0,1 %.

Indessen wir besitzen noch andere Hülfsmittel, vermöge deren wir augenblicklich das Sarkolemma zur Anschauung zu bringen im Stande sind. Nimmt man einen frisch dekapitirten Frosch, und zieht man mit einer scharfen Pinzette einen

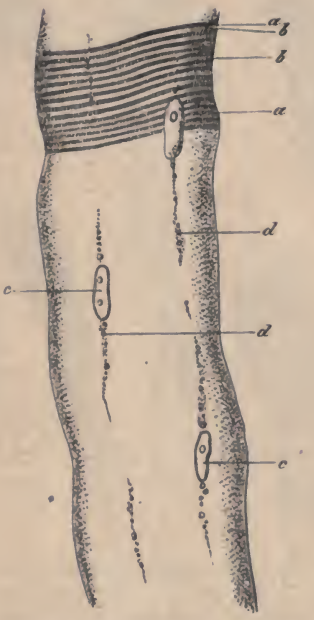


Fig. 159. Ein Muskelfaden des Frosches bei 800facher Vergrösserung. *a* Dunkle Zonen mit Fleischtheilchen; *b* helle; *c* Kerne; *d* interstitielle Körnchen (Alkoholpräparat).

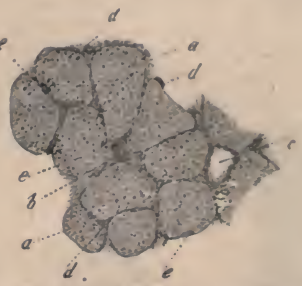


Fig. 160. Querschnitt durch einen Bündel des Biceps brachii beim Menschen. *a* Die Muskelfäden; *b* ein Gefässquerschnitt; *c* in grösserem bindegewebigen Zwischenraum gelegene Fettzelle; *d* Kapillaren im Querschnitt; *e* Kerne des Muskelfadens.

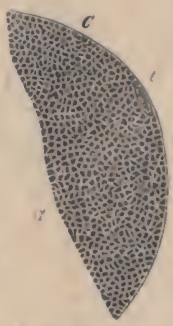


Fig. 161. Querschnitt durch einen gefrornen Froschmuskel. *a* Fleischtheilgruppe; *b* ein Kern; *c* helles Querbindemittel.

Bündel Muskelfasern aus einem Oberschenkelmuskel hervor, so werden dieselben bei Wasserzusatz in Folge energischer Imbibition bald zahlreiche Abhebungen der Primitivscheide von der kontraktilen Inhaltsmasse erkennen lassen. Anfänglich sind es kleine, wasserklare Ausbuchtungen; bald werden diese unter dem Auge des Beobachters grösser und grösser, benachbarte fliessen mit einander zusammen und die blasig abgehobenen Theile des Sarkolemma grenzen sich von dem noch fest anliegenden durch ringförmige Einschnürungen ab.

Andere Muskeln können uns ebenfalls das gewünschte Resultat liefern, wenn wir die einzelnen Fäden bei der Präparation einer starken Anspannung und Zerrung unterwerfen. In einzelnen derselben kommt es dann zum Durchreissen der kontraktilen Inhaltsmasse, während über dieser Stelle das dehnbare Sarkolemma erhalten bleibt. Eine solche Ansicht gewährt uns der Muskelfaden (Fig. 157, 2 *a*).

Um die Lagerung der einzelnen Muskelfäden gegen einander, sowie den Aufbau des Muskelbündels und gesammten Muskels zu erkennen, diente auch hier lange Zeit das Trocknen. Feine, wieder aufgeweichte Querschnitte, namentlich solche, welche man in der ammoniakalischen Karminflüssigkeit erweicht und dann noch nachträglich mit sehr verdünnter Essigsäure ein paar Minuten lang behandelt hat, ergeben alsdann das viel besprochene und gezeichnete Bild Fig. 160 *a*. Man erkennt dabei gleichzeitig, wie im Muskelfaden des Menschen und Säugethieres die Nuklearformation in die Peripherie der kontraktilen Substanz eingebettet ist und der Innenfläche der Primitivscheide anliegt (*e*). In den Muskelfäden des Herzens kommen dagegen auch in mehr zentralen Theilen Kerne vor, ein Verhältniss, was bei niederen Wirbelthieren, wie es scheint, zum herrschenden wird.

Bei weitem bessere Resultate liefert aber die Gefrierungsmethode (Cohnheim). Man erkennt (Fig. 161) alsdann mit Hülfe stärkster Vergrösserungen Gruppen der Sarcous elements als eine Mosaik kleiner matter Feldchen von verschiedener Gestalt (*a*) und jene Gruppen eingrenzend ein Gitterwerk durchsichtiger glänzender Linien (*c*).

Um die verzweigten Muskelfäden, wie sie im Herzen und in der Zunge auftreten, zu erhalten, kann man bei ersterem Organe Kalilaugen von 30—35 % verwenden, während Zungen entweder frisch in Holzessig einzulegen sind oder nach vorheriger Erhärtung in Alkohol oder Chromsäure jenem Reagens unterworfen werden können. Der Werth des Holzessigs (oder einer verdünnten Essigsäure) beruht natürlich auf dem Durchsichtigmachen des Bindegewebes.

Die Isolirung der Muskelfäden in ihrer ganzen Länge wird für mehrere Untersuchungszwecke erforderlich. Wir erkennen so den Verlauf der Fasern in einem Muskelbündel, die Theilungen derselben als Wachsthumsphänomene, und die Zunahme der Faserzahl bei der Vergrösserung des Muskels etc. Dazu haben wir zwischen mehreren Methoden die Wahl.

1) Man kann sich des Gemisches von chlorsaurem Kali und Salpetersäure in verschiedener Konzentration bedienen. Hier haben wir Kühne ein zweckmässiges Verfahren zu verdanken. Der Boden eines Becherglases wird mit Krystallen des chlorsauren Kali überdeckt, schwach mit destillirtem Wasser befeuchtet und mit dem 4fachen Volumen reiner konzentrirter Salpetersäure übergossen. Nach tüchtigem Umrühren bringt man einen frischen (Frosch-) Muskel auf den Boden des Glases und vergräbt ihn mittelst eines Glasstabes unter den Krystallen des Kalisalzes. Nach etwa einer halben Stunde nimmt man jenen aus dem Gemische heraus und bringt ihn in ein gewöhnliches Probirröhrchen mit Wasser. Hier wird er nun sehr stark geschüttelt und zerfällt dann im günstigsten Falle vollständig in seine Fäden. Gelingt diese Zerlegung beim ersten Male noch nicht, so versetzt man den Muskel in das Gemisch zurück und unterwirft ihn von 5 zu 5 Minuten derselben Prozedur.

Man erhält hierbei treffliche Objekte, und in der leicht gebräunten Fleischmasse treten die Kerne auf das schönste hervor.

Auch die von Wittich angegebene Verwendung jenes Gemisches, ein Kochen in mit Wasser stark verdünntem chlorsaurem Kali und Salpetersäure (Wasser 200 Kcm., Salpetersäure 1 Kcm. und chlorsaures Kali 6 Centi rms) ist zweckmässig.

2) Die schon oben (S. 190) für die Darstellung des Sarkolemma empfohlene 24stündige Mazeration in Schwefelsäure von 0,01 % und die darauf folgende, einen Tag umfassende Behandlung mit warmem Wasser leistet dasselbe. Hier muss ebenfalls durch starkes Schütteln der schliessliche Zerfall eintreten.

3) Nach dem Vorgange Rollett's kann man den Muskel ohne Wasserzusatz in einem kleinen Glasröhrchen, welches an der Lampe zugeschmolzen wird, im Sandbad während 10 Minuten auf 120—140° C. erwärmen. Dann bricht man das Röhrchen auf und schüttelt den Muskel in warmem Wasser.

4) Auch starke, aber nicht mehr rauchende Salzsäure (S. 74) kann mit Vortheil verwendet werden. Nach einer mehrstündigen Einwirkung findet man ebenfalls das interstitielle Bindegewebe gelöst.

5) Endlich bildet eine Kalilauge von 35 % noch ein sehr gutes Hülfsmittel. Man wird nach einer viertel- bis halbstündigen Einwirkung immer einen bald geringeren, bald grösseren Theil der Muskelfäden isolirt finden.

Der hohe Werth der Reagentien tritt bei keiner Strukturfrage des Muskelgewebes mehr hervor, als bei dem Verhalten des Muskelfadens zur Sehne.

Vor Jahren konnte man als getreuen Ausdruck des Beobachteten (Fig. 162) nur angeben, dass keine Grenze zwischen der kontraktilen Substanz des Fadens (*a*) und der bindegewebigen Fasermasse der Sehne (*b*) zu entdecken sei, mochte sich der Muskel geradlinig oder schiefwinklig an die Sehne inseriren. So wurde es denn höchst wahrscheinlich, dass sowohl die Fleischmasse, als das Sarkolemma kontinuirlich in das Sehnengewebe übergingen. Allerdings hatte jene Kontinuität der kontraktilen Substanz und des Bindegewebes etwas Befremdendes und wir möchten sagen — Unbequemes.

Fig. 162. Zwei Muskelfäden (*a*) mit dem scheinbaren Uebergange in die Bindegewebebündel der Sehne (*b*).

Heutigen Tages müssen wir Alle, wenn wir auch früher jene Theorie vertheidigten, den Irrthum zugeben, seitdem Weismann in der 35%igen Kalilauge ein Mittel entdeckt hat, welches in schönster und sicherster Weise das so lang streitige Texturverhältniss entscheidet.

Nach 10, 20—30 Minuten erscheint der Muskelfaden wie ihn Fig. 163 *a b* zeigt. Verschwunden ist der scheinbare Uebergang. Scharf abgesetzt und überzogen von dem Sarkolemma grenzt sich jener von dem Sehnenbündel (*c*) ab. Manche Exemplare zeigen sich sogar, namentlich wenn man einen leichten Druck geübt hat, von ihrem Sehnenbündel abgelöst (*d*). Es unterliegt also keinem Zweifel mehr, dass Muskel- und Sehnenbündel nur in festester Weise »verkittet« sind. Eben jene zusammenhaltende Substanz, jenen »Gewebekitt« hat die Kalilauge gelöst.

Fig. 163. Zwei Muskelfäden (*a b*) nach Behandlung mit Kalilauge. Der eine noch in Verbindung mit dem Sehnenbündel (*c*), der andere von demselben (*d*) abgelöst.

Während man früher einen jeden querstreifigen Faden durch die ganze Länge seines Muskels verlaufend annahm, hat man auch davon in neuerer Zeit zahlreiche Ausnahmen beobachtet, d. h. Muskelfäden, welche schon in bald grösserer, bald geringerer Entfernung vom Sehnenende zugespitzt, oder in andere Formen auslaufend aufhören (Rollett, Weber, Herzig und Bubnadecky). Solche Fäden (Fig. 158, 6) haben gewissermassen in dem interstitiellen Bindegewebe ihre Sehnenverbindung. Man kann zu diesen, im Uebrigen leicht zu machenden Beobachtungen frische, sowie gekochte Muskeln 24 Stunden lang in Glycerin einlegen oder auch die angegebene Kalilauge verwenden.

Um das gestreckte Haargefässnetz des Muskelgewebes (Fig. 164) zu sehen, injizire man mit transparenten Massen, mit Karmin oder Berliner Blau. Dünne platte Muskeln eines in Alkohol ertränkten Frosches ohne Wasserzusatz auf die mikroskopische Glasplatte gelegt, werden uns im Uebrigen das Kapillarsystem mit Blut erfüllt in schönster Weise zur Anschauung bringen, und bei einiger Kontraktion der Muskelfäden wird man die zierlichen Schlängelungen der Haargefässe leicht erkennen.

Ueber die Nerven der Muskeln ist auf eine der folgenden Seiten zu verweisen.

Die bisher besprochenen Strukturverhältnisse des quergestreiften Muskelgewebes sind, wie wir schon bemerkt haben, alle verhältnissmässig leicht zu untersuchen, und können mit den erforderlichen Methoden eine passende Studie dem Anfänger darbieten. Anders ist es mit der subtilen Frage nach der Beschaffenheit der kontraktilen Inhaltssubstanz, der »Fleischmasse«.

Der Muskelfaden (Fig. 165, 1) zeigt eine doppelte Zeichnung, welche aber in Schärfe und Deutlichkeit vielem Wechsel unterliegt. Wir erkennen bald über längere Strecken, bald nur in geringerer Länge, aus der Fleischmasse auftauchend und in ihr verschwindend, eine durch die ganze Dicke der letzteren sich erstreckende feine Längszeichnung (*c*), und zweitens eine ebenfalls sehr feine, abermals durch die ganze Muskelsubstanz zu verfolgende quere lineare Zeichnung (*b*). Bei manchen Fäden ist allein die letztere vorhanden; in andern Exemplaren überwiegen die Längslinien, mitunter bis zur Ausschliesslichkeit, und aus dem Schnittende können feine Bälkchen und Fäserchen hervortreten (*a*). Letztere Fälle sind es dann namentlich gewesen, welche in früherer Zeit die Mikroskopiker zur Annahme einer weitern Zusammensetzung des Muskelfadens aus feinsten Fäserchen, sogenannten »Primitivfibrillen« führten (Fig. 166, 1. 2). Die Querlinien wurden dann gewöhnlich auf eine knotige, perlschnurförmige Beschaffenheit jener Elementarfibrillen bezogen.

Fig. 161. Gefässnetz eines querstreifigen Muskels. *a* Arterielles Gefäss; *b* venöses; *c d* das Kapillarnetz.

Noch heutigen Tages findet diese Theorie, und zwar unter namhaften Forschern, ihre Vertreter, obgleich die so verbesserten optischen Hülfsmittel der Gegenwart wahrlich nicht zu ihren Gunsten entscheiden.

In andern Objekten tritt die Querzeichnung schärfer und deutlicher hervor (Fig. 166, 6). Fehlen die Längslinien, so könnte man schon hier an eine Zusammensetzung des Muskelfadens aus über einander geschichteten Scheiben oder Platten denken. Noch verführerischer gestalten sich Bilder, wo die Querlinien weiter als in der Regel von einander entfernt stehen und der Rand oder die Peripherie des Fadens den Linien entsprechend eingekerbt ist.

Die meisten Vertreter fand lange Zeit die von dem englischen Histologen Bowman ausgegangene und von einigen seiner Landsleute weiter ausgebildete Theorie, wonach die Inhaltsmasse des Muskelfadens aus kleinen molekulären Körperchen, den sogenannten Fleischtheilchen oder »Sarcous elements« besteht, welche durch ein homogenes und zwar doppeltes, chemisch nicht ganz gleiches Bindemittel zusammengehalten werden. Je nachdem nun das eine oder das andere dieser beiden Bindemittel in den Vordergrund tritt, sehen wir entweder die Fleischtheilchen der Länge nach vereinigt oder querüber mit einander verbunden; in ersterem Fall entsteht das Bild der Primitivfibrille (1. 2), im letzteren dasjenige der Querlinie (1) sich steigernd bis zur queren Platte (1. 5).

Allerdings sind die Fleischtheilchen in den Muskelfäden des Menschen und der Säugethiere allzu klein, als dass wir über ihre Form etwas Sicheres anzugeben vermöchten, obgleich die Anwendung sehr starker Vergrösserungen sie in genügender Deutlichkeit zeigt (Fig. 159, 2, *a a**). Sehr ansehnliche prismatische Sarcous elements besitzen dagegen die Muskeln der Neunaugen und Fischlurche, so dass an Weingeistexemplaren von Proteus (Fig. 167, 1) die Erkennung jener

0,0017 mm betragenden Prismen (*a*) und des durchsichtigeren Längsbindemittels (*b*) sehr leicht wird. Ein sehr schönes Objekt bilden ferner die Muskeln der Stubenfliege, deren prismatische Fleischtheile während der Kontraktion deutlich eine Schiefstellung annehmen (Amici). Aehnliche Sarcous elements sind überhaupt

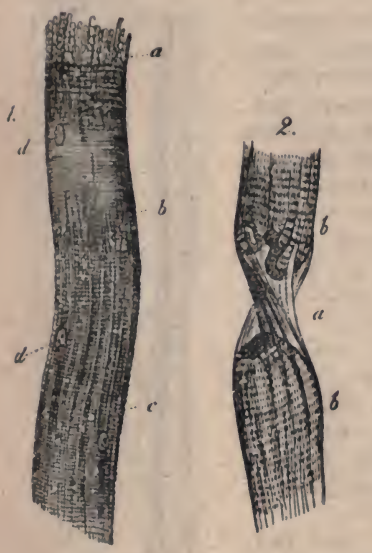


Fig. 165.

Fig. 166.

bei Insekten vielfach zu treffen; ihr Längsdurchmesser kann im Mittel etwa zu 0,0034 mm angenommen werden (Schönn). Mit Recht hatte man schon vor Jahren auch den Flusskrebs für jene Wahrnehmung empfohlen (Häckel), welche ein Jeder bestätigen kann, dem ein Hartnack'sches Immersionssystem No. 10 oder 11 zu Gebote steht.

Abgesehen davon, dass man nach dem Erwähnten die verschiedenen Bilder des Muskelfadens bequem erklären kann, erhält diese Theorie durch die Arbeiten deutscher Forscher noch weitere gewichtige, theils chemische, theils optische Stützen.

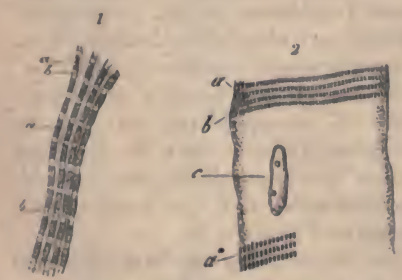


Fig. 167. Zwei Muskelfäden, von Proteus 1, und Schwein 2, bei 1000facher Vergrösserung (ersterer Alkoholpräparat, letzterer mit Essigsäure von 0,01 Proc. behandelt). *a* Fleischtheilchen; *b* helles Längsbindemittel. Bei *a'* sind die *Sarcous elements* von einander entfernter und das Querbindemittel sichtbar. *c* Kern.

Wir haben einmal eine Reihe von Reagentien, die das longitudinale Bindemittel mehr oder weniger angreifen, während das quere geschont bleibt oder erst nachträglich affizirt wird.

Hierher zählen in erster Linie sehr verdünnte Säuren. So bringt eine Essigsäure von 0,5—1% nach einiger Zeit ein Verschwinden der Längslinien und deutlichere Querlinienbildung im aufquellenden Muskelfaden hervor. Aehnlich wirken andere Säuren, wie z. B. verdünnte Phosphorsäure. Die schönsten Bilder aber gewährt uns die stark diluirte Salzsäure von 0,5, 0,1—0.05 %.

Nach einer Reihe von Stunden kann man hier nicht allein die deutlichsten transversalen Linien (Fig. 166, 5), sondern ein förmliches Aufblättern des Muskelfadens in Querscheiben (4) bemerken. Einen gleichen Effekt übt dann auch seiner freien Säure wegen der Magensaft. Erbrochene Fleischmassen bieten oft ähnliche, höchst zierliche Bilder dar. Aeltere Salzsäurepräparate zeigen mehr und mehr den molekulären Zerfall, bis endlich eine schleimige körnchenführende Masse aus der Sarkolemmaöffnung hervorquillt.

Konzentrirte Salzsäure bringt den Muskel zum Schrumpfen, wobei nicht selten ebenfalls scharfe quere Zeichnung zum Vorschein kommt.

Indessen nicht allein Lösungen der Säuren, sondern auch diejenigen mancher Salze der Alkalien und alkalischen Erden bieten treffliche Hülfsmittel, um Querplatten in dem meist einschrumpfenden Muskelfaden sichtbar zu machen, wie diejenigen des kohlensauren Kali, des Chlorcalcium und Chlorbarium. Die Querlinien treten allmählich sehr scharf hervor, und vielfach kommt es zum deutlichsten Zerfall in Querplatten, so namentlich bei der Einwirkung des kohlensauren Kali.

Umgekehrt haben wir eine Reihe anderer Hülfsmittel kennen gelernt, welche das quere Bindemittel der Fleischtheilchen zunächst angreifen, dann lösen, und somit einen Zerfall des Muskelfadens in sogenannte Primitivfibrillen herbeizuführen vermögen.

Hierher zählen die Mazeration des Muskels in kaltem Wasser, das Kochen desselben, ein Einlegen in absoluten Alkohol, in verdünnte Lösungen von Quecksilberchlorid, Chromsäure und chromsaurem Kali. Letzteres nach einer etwa einen Tag umfassenden Einwirkung kann Bilder wie Fig. 168 im günstigen Falle herbeiführen; der Muskelfaden zerfasert sich wie ein Strick in lange gebogene Fäden.

Untersucht man einen solchen Faden mit sehr starken Objektiven, so erkennt man deutlich denselben aus alternirenden, dunkleren und helleren Zonen (den Fleischtheilchen und dem Längsbindemittel) erbaut, und sieht häufig mitten durch die hellere Zwischensubstanz noch eine zarte Querlinie verlaufen; möglicherweise die Stelle, wo beim Zerfall in Platten die longitudinale Verbindungssubstanz sich zu trennen pflegt.

Fig. 168. Ein Muskelfaden nach 24-stündiger Behandlung mit chromsaurem Kali.

Allerdings sind — wir dürfen es nicht verschweigen — in den letzten Jahren von Krause und Hensen Untersuchungen veröffentlicht worden, welche eine weitere, komplizirtere Zusammensetzung des quergestreiften Muskelfadens darthun. Krause fand eine schon früher (von Martyn) bemerkte dunkle Querlinie des hellen Längsbindemittels; Hensen sah das Sarcous element durch einen transversalen Streifen in halber Höhe getheilt. Eine Schaar der Nachfolger hat sich seit Kurzem auf dieses Thema gestürzt. Die Zwecke und engen Schranken unseres Buches erlauben kein Eintreten in dieses gegenwärtig noch so dunkle Gebiet. Die stärksten Linsensysteme mit Anwendung schiefer Beleuchtung und die Vergleichung frischer Objekte mit demjenigen, was Reagentien zeigen, sind hier unentbehrlich.

Die verschiedenen Substanzen des Muskelfadens zeichnen sich dann, wie Brücke fand, noch durch ungleiche optische Eigenschaften aus. Die Masse der Fleischtheilchen besteht aus einem doppelbrechenden Stoff, während das Längsbindemittel nur einfach brechend ist. Schon bei gekreuzten Nicols erkennt man in schöner Weise die hellen und dunklen, mit einander wechselnden Zonen; noch schönere Bilder gewährt die Einschaltung eines Gyps- oder Glimmerblättchens. Nach den Erfahrungen jenes Gelehrten ist der Muskelfaden positiv einaxig, und die optische Axe fällt mit der Längsaxe des Gebildes zusammen. Durch Alkohol ent-

wässerte und in Kanadabalsam eingeschlossene Insektenmuskeln verdienen zu diesen Beobachtungen (deren richtige Deutung übrigens hinterher von Valentin und Rouget in Abrede gestellt worden ist) verwendet zu werden. Glatte Muskeln bestehen nach Valentin aus doppelbrechender Substanz.

Die Umänderungen, welche in dem quergestreiften Muskel bei seiner Kontraktion, ebenso beim Absterben während der Todtenstarre eintreten, verdienen mit Hülfe unserer verbesserten optischen Hülfsmittel ein genaueres Studium. Ueber die Kontraktionen des glatten Gewebes hat die neuere Zeit einige Mittheilungen gebracht.

Zum Studium der Muskelentstehung und der fötalen Muskeln dienen frische, sowie in Alkohol oder Chromsäure erhärtete Froschlarven, ferner Embryonen des Huhns und der Säugethiere. Die Untersuchungsmethoden beruhen auf Anfertigung feiner Schnitte, dem Zerreissen mit Nadeln, auf Tinktionen (Glycerin-Karmin, Hämatoxylin), in der Anwendung schwacher Säuren.

Von Fett durchwachsene und fettig degenerirte Muskeln untersucht man entweder frisch oder an Chromsäurepräparaten. Die ersteren, wobei das Bindegewebe zwischen den Muskelfäden in Fettgewebe, d. h. in Reihen von Fettzellen, umgewandelt ist — ein Zustand, welcher auch bei hohen Graden von Fettleibigkeit und Mästung vorkommt — zeigt unsere Fig. 169. Das letztere Verhältniss, wobei sich auf Kosten der Fleischmasse innerhalb des Sarkolemma Fettmoleküle ausbilden, und jene fettig entartet, versinnlicht Fig. 170.

Fig. 169. Von Fettzellen durchwachsener menschlicher Muskel. *a* Muskulöse Fäden; *b* Reihen der Fettzellen.

Fig. 170. Fettig degenerirte Muskelfäden des Menschen. *a* Geringerer, *b* hoher, *c* höchster Grad.

Auch die entzündliche Veränderung des Muskels mit ihrer Kernwucherung und die vor mehreren Jahren durch Zenker so schön beschriebene typhöse Umwandlung verlangen ähnliche Behandlungsweisen.

Wir würden uns einer Lücke schuldig machen, wenn wir hier einen Gegenstand mit Stillschweigen übergingen, welcher in neuerer Zeit bei Aerzten und Laien das grösste Interesse erweckt hat; wir meinen das Vorkommen der Trichinen im quergestreiften Muskelgewebe.

Die Trichina spiralis, diese kleine Nematodenform, wird bekanntlich mit dem Fleisch des Schweines genossen, und erreicht im Darmkanal des Menschen nach wenigen Tagen den geschlechtsreifen Zustand, so dass wir jetzt etwas grösseren (bis über 2 mm messenden) weiblichen Thieren und kleineren männlichen Exemplaren begegnen (Darmtrichinen). Etwa eine Woche nach der Fortpflanzung gebärt das Weib eine Menge sehr kleiner lebender Jungen, welche nach Durchbohrung der Darmwand ihren Weg in die Muskulatur finden. Hier dringen sie durch das Sarkolemma in die Fäden jenes Gewebes, und wachsen beträchtlich daselbst heran, so dass sie Längendimensionen von 0,7—1 mm gewinnen können (Muskeltrichinen).

Mit Ausnahme des Herzens dienen alle querstreifigen Muskeln zum Sitze jener kleinen gefährlichsten Schmarotzer, deren Menge durch wiederholte Einwanderungen nicht selten eine ausserordentlich grosse werden kann.

Indessen zeichnen sich die Kiefer- und Halsmuskeln, sowie das Diaphragma als Lieblingsstätten aus. Ebenso pflegt — offenbar, weil hier die Wanderung ein

mechanisches Hinderniss findet — das Schnenende der Muskeln den grössten Reichthum der gefährlichen Gäste zu zeigen.

Unter dem Sarkolemma des Muskelfadens verzehrt das Würmchen einen Theil der Fleischmasse, und nimmt hier allmählich eine spiralige Einrollung an. Langsam bildet sich dann eine Kapsel um jenes (Fig. 171), welche erst nach Monaten ihre Vollendung findet.

Einmal sehen wir hierbei die Muskelkörperchen der Umgebung mit wuchernder Vermehrung eine derbere innere Umhüllungsschicht herstellen, zu welcher das sich verdickende Sarkolemma noch eine äussere Lage hinzugesellt. Form und Grösse der Kapseln variiren; man begegnet ovalen (seltener tonnenartigen), spindel- und zitronenförmigen Gestalten, gewöhnlich mit stark verdickten Endtheilen. Der Längsmesser pflegt 0,5, 0,7 — 1 mm zu betragen. Spät (und wohl kaum vor Ablauf eines Jahres) beginnt dann erst die Verkalkung jener Kapseln, zunächst ihrer Innenpartieen, welcher Prozess dann mit seinem weiteren Fortschreiten das ganze Ding dem unbewaffneten Auge des Menschen als weisses Pünktchen leicht sichtbar macht, was mit den früheren Phasen nicht der Fall war. Gerade in diesem späteren Zustande, wo in der verkreideten Kapsel der Schmarotzer noch viele Jahre lang sein höchst zähes Leben bewahrt, ist denn auch die Trichine schon vor längeren Jahren entdeckt worden.

Fig. 171. Eingekapselte Trichine beim Menschen. *a* Muskelfäden; *b* Kapsel; *c* Wurm.

Die Untersuchung trichinisirter Muskeln ist eine sehr leichte. Dünne Schnitte nach dem Faserverlaufe entnommen, mit oder ohne Zerzupfen in gewöhnlichen Zusatzflüssigkeiten, mit Essigsäure oder Alkalien versetzt, werden uns die Gegenwart der Würmer zeigen. Zur ersten Betrachtung genügt eine etwa 40fache Vergrösserung; für genauere Beobachtung bediene man sich einer solchen von 150 bis 200*). Bei Erkrankten, wo der Verdacht einer Trichiniasis vorliegt, kann man mit einem kleinen harpunenartigen Instrument Muskelfragmente dem Körper entnehmen. Für die mikroskopische Fleischschau der Schweine nehme man von verschiedenen Körperstellen, namentlich den Hauptsitzen des Schmarotzers, eine Anzahl recht dünner, möglichst grosser Muskelschnitte.

Zur Konservirung wird man nur injizirte oder für polarisirtes Licht bestimmte Muskeln in Kanadabalsam einschliessen; die andern Präparate verlangen Aufbewahrung im feuchten Zustande, wo wiederum mit Wasser versetztes Glycerin in erster Linie steht, und Jahre lang besonders mit Karmin tingirtes Gewebe schön erhält.

Die Elemente des Nervensystems zeichnen sich durch sehr veränderliche Beschaffenheit aus, so dass bei der Untersuchung vielfache Vorsichtsmassregeln erforderlich werden.

Man unterscheidet, wie jedes Handbuch lehrt, weisse und graue Substanz. Erstere besteht ausschliesslich aus dem einen der beiden Formelemente, aus Röhren oder Fasern, Nervenröhren, Nervenfasern, Primitivfasern des Nervensystems genannt. In der grauen Masse begegnen wir neben einer bald geringeren, bald grösseren Menge der Nervenfasern dem zweiten Bestandtheil,

*) Es erfüllen diesen Zweck also mittelmässige und darum billigere Mikroskope, von welchen man die im Texte genannten beiderlei Vergrösserungen erhält, und wo der optische Apparat mit der schwächeren die grösseren Schuppen des Lepisma saccharinum (S. 40) deutlich zeigen soll, während die stärkere Linsenkombination uns ein genügendes Bild der kleineren Schüppchenform jenes Insekts mit ihren Längs- und Schieflinien gewähren muss. Ein Theil der gegenwärtigen »Trichinenmikroskope« genügt diesen Anforderungen in befriedigender Weise. Daneben hat man freilich auch das miserabelste Zeug manchfach in den Verkehr gebracht.

einem im Allgemeinen grossen zelligen Gebilde mit bläschenförmigem Kerne, dem Ganglienkörper, der Ganglienzelle oder Nervenzelle. Andere Zumischungen bilden Bindesubstanz auf verschiedenen Entwickelungsstufen und Blutgefässe.

Um die Nervenröhren, welche aus einem eiweissartigen Innenfaden, dem sogenannten Axenzylinder, aus einer diesen umlagernden eigenthümlichen Substanz, dem Nervenmark oder der Markscheide, und einer das Ganze umschliessenden und zusammenhaltenden sehr feinen Hülle, der Primitiv- oder Schwann'schen Scheide, bestehen, in möglichst unverändertem Zustande zu sehen, können wir nicht rasch genug verfahren, und müssen dabei fast jegliche Präparation vermeiden. Es werden deshalb nur wenige Stellen des Wirbelthierkörpers passende Objekte darbieten. Man kann die Hornhaut eines kleineren, eben getödteten Säugethieres, z. B. eines Kaninchens, einer Maus, und zwar vom Rand aus eingeschnitten ohne jeglichen Zusatz auf dem erwärmten Objekttisch untersuchen. Man wird hier einer sehr feinen Form von Nervenfasern begegnen. Bessere Präparate liefert der Frosch; sein durchsichtiges Augenlid zeigt uns stärkere Röhren vereinzelt oder bündelweise beisammen liegend. Der Schwanz der Larve gestattet, die Beobachtung am lebenden Geschöpfe zu machen.

Völlig frische, unveränderte Nervenfasern müssen unter dem Aussehen ganz homogener, wie aus Milchglas bestehender zylindrischer Fäden erscheinen, an denen von einer weiteren Zusammensetzung keine Spur zu erkennen ist. Iodserum empfiehlt sich hier als Beigabe.

Nehmen wir aus dem frisch getödteten Körper eines Thieres einen Nerven heraus, und zerzupfen wir denselben in Wasser mit Nadeln, so wird bei aller Geschwindigkeit das natürliche Verhalten nicht mehr gewonnen, sondern ein mehr oder weniger verändertes Ansehen jenes, eine Umänderung des Nervenmarks, welches man eine Gerinnung zu nennen übereingekommen ist.

Fig. 172. Nervenfasern des Menschen. *a* breite; *b* mittelbreite; *c d e* feine.

Unsere Fig. 172 kann den Anfang dieser »Gerinnung« versinnlichen. Letztere in ihrem ersten Beginn giebt der Nervenfaser einen dunkleren Kontour. Bald aber sehen wir eine noch dünne Rindenlage geronnen und von dem zentralen Theile des Markes, welcher noch nicht in den Kreis jener Umänderung hineingezogen worden ist, durch eine zweite innere, feinere Linie abgegrenzt. Um aber diesen »doppelten Kontour« darzubieten, müssen die Nervenröhren eine gewisse Dicke haben (*a b*). Sinkt der Quermesser unter eine gewisse Stärke herab, so erscheinen die Röhren jetzt und später nur einfach begrenzt (*c d e*), nehmen aber dabei leicht ein eigenthümliches Ansehen an, werden »varikös«, wie man sagt.

Weitere Umänderungen machen die geronnene Rindenschicht breiter, und zeigen vielfach eine Unregelmässigkeit der inneren Begrenzungslinien. Hierbei kann der Vorgang stehen bleiben; der geronnene Theil schützt gewissermassen das innere, noch ungeronnene Mark. Gewöhnlich wird aber auch dieses in den Kreis der Veränderung gezogen; das bisherige homogene Ansehen geht verloren, einzelne klumpige Bildungen erscheinen in demselben, nehmen an Zahl und Grösse zu; gar nicht selten wird alles zur körnigen, krümeligen Masse. Somit verhalten sich keineswegs alle Nervenröhren gleich; dicht neben einander liegend können verschiedene Gerinnungsphasen uns entgegentreten.

Noch haben wir nichts vom Axenzylinder und der feinen Hülle erkannt.

Das sogenannte Nervenmark ist ein Gemenge eigenthümlicher Substanzen,

des Cerebrin und Lecithin mit einem sehr veränderlichen, der Eiweissgruppe angehörigen Körper. Wir werden es somit begreiflich finden, dass Reagentien, welche auf Eiweiss koagulirend wirken, die vorgerückten Gerinnungsphasen fast augenblicklich ergeben; so starker Alkohol, konzentrirte Chromsäure, eine Sublimatlösung und manches Andere.

Ebenso bedarf es keiner Erklärung, dass ein derartiges geronnenes Nervenmark bei dem Zusatz alkalischer Laugen, einer Kali- und Natronlösung, wieder eine flüssigere und mehr homogene Beschaffenheit annimmt, und aus dem Schnittende der Nervenröhren in Gestalt doppelt geränderter fettartiger Tropfen und Züge austritt.

Drückt man auf solche mit Alkalien behandelte Nervenröhren das Deckgläschen stärker an, so kann man das Mark aus vielen jener austreiben, und so die leere homogene, höchst feine Primitivscheide erblicken. Sucht man unter den durch Zerzupfen eines Stammes isolirten Nervenfasern aufmerksam herum, so wird man einzelnen begegnen, wo der Inhalt durch Zerrung, durch das Aufsetzen der Präparirnadel über eine kleine Strecke weggeschoben, und in geringer Länge die gewöhnlich kollabirte Scheide ebenfalls zu erkennen ist.

Der Axenzylinder wurde in einer früheren Epoche als integrirender Bestandtheil der Nervenröhren vielfach in Abrede gestellt; und es durfte dieses mit Recht geschehen, weil er bei den damaligen Hülfsmitteln nur vereinzelt zur Anschauung gebracht werden konnte. Heutigen Tages ist es eine Kleinigkeit, jenen Faden in jeder Nervenröhre zu demonstriren, und wir haben die Wahl zwischen mehreren Methoden.

Man kann sich zur Darstellung desselben des Schultze'schen Reagens, des Gemisches von chlorsaurem Kali und Salpetersäure bedienen (Budge und Uechtritz). Gute Dienste leistet das Chloroform (Waldeyer), ganz vortreffliche aber das Kollodium (Pflüger). Man nimmt einen frischen Nerven, und zerfasert denselben ohne Flüssigkeitzusatz auf der mikroskopischen Glasplatte. Alsdann setzt man einen recht grossen Tropfen Kollodium zu, deckt das Glasplättchen über, und untersucht alsbald.

Die Nervenröhren erblassen schnell mehr und mehr, und statt des dunklen Markes bemerkt man nur einzelne Körnchen von der deutlichen Primitivscheide umhüllt. Diese kontrahirt sich und zeigt dabei oftmals eine Reihe höchst charakteristischer Invaginationen. In jeder Röhre tritt als blasser Faden der Axenzylinder hervor. Bei der Zusammenziehung der Nervenfaser erscheint er häufig zu lang, schiebt sich so nicht selten unter den Augen des Beobachters streckenweise aus der Axe nach der Peripherie, und springt häufig als Faden aus dem Schnittende vor (Fig. 173 *c*).

In dieser Weise kann man einige Zeit lang das interessante Bild verfolgen, welches sich freilich bald weiter verändert, und oft schon nach einer Viertelstunde ganz unbrauchbar geworden ist.

Ich fand später in dem Anilinroth von der oben (S. 91) angegebenen Stärke ein neues Hülfsmittel zur Demonstration des Axenzylinders in der frischen markhaltigen Röhre. Froschnerven, zerzupft und mit der Lösung versetzt, zeigen nach 4—12 Stunden den schön gerötheten Axenzylinder aus der fettigen Umhüllungsmasse hervorschimmernd.

Fig. 173. *a—c* Nervenfasern des Frosches mit absolutem Alkohol (*a*), chromsaurem Kali (*b*) und Kollodium (*c*) behandelt, und sämmtlich den Axenzylinder zeigend; *d* markloser Faser des Neunauges; *e* markloser Nervenfasern des Olfaktorius vom Kalbe; *f g h* Nervenröhren der feinen Form mit Axenzylindern; derjenige von *g* wird bei * zum Ausläufer einer Ganglienzelle.

Auch noch andere Methoden gestatten uns in hübscher Weise die Wahrnehmung des Axenzylinders. So kann man ihn nach längerer Behandlung mit starkem Alkohol und Aether in der entfetteten Röhre sichtbar machen. Eine Sublimatlösung und das Moleschott'sche Essigsäuregemisch geben ebenfalls gute Bilder. Sehr schöne Ansichten bieten Chromsäurepräparate (oder solche mittelst chromsaurem Kali gewonnene) dar. Namentlich aus den Schnittenden stehen oft lange erhärtete Fäden vor (*b f*).

Man hat sich ferner in neuerer Zeit zur Darstellung des Axenzylinders verschiedener Metallimprägnationen bedient. Höllenstein färbt entweder gleichmässig dunkel, oder er verleiht ihm ein sonderbar quergebändertes, an den Muskelfaden erinnerndes Ansehen (Frommann, Grandry). Das von Cohnheim empfohlene Goldchlorid (wenn es überhaupt einmal mit Erfolg zur Anwendung gekommen ist) zeigt uns den Axenfaden heller roth aus der dunkler gerötheten Markmasse hervorschimmern; später erscheint er schwärzlich. Die Osmiumsäure schwärzt dagegen das Nervenmark sehr bald, während der Axenzylinder farblos bleibt, oder nur leicht gebräunt wird (M. Schultze), so dass wir in unserem Reagens ein ausgezeichnetes Hülfsmittel besitzen, das Vorkommen oder Fehlen der Markscheide an peripherischen Nervenausbreitungen zu beurtheilen.

Wir haben endlich noch die Erkennung des Axenzylinders auf Querschnitten vorher erhärteter Nervenstämme anzureihen, um so mehr, als die letzteren auch noch in anderer Hinsicht von Interesse sind. Legt man einen Nerven des Menschen oder Säugethiers für einige Zeit ein, zunächst in eine Chromsäurelösung von 0,2, dann von 0,5 %, so kann derselbe schliesslich mit einem scharfen Rasirmesser zu den dünnsten Querschnitten dienen. Diese, mit Karmin tingirt, werden nun in absolutem Alkohol entwässert, und nach Einlegung in Terpentin mit Kanadabalsam eingeschlossen. Man erkennt jetzt nach Aufhellung des Markes den Axenzylinder als gerötheten kleinen Kreis, umgeben von durchsichtigem Mark, welches einfach oder mehrfach einen den Axenzylinder umziehenden Kreis darbietet (ein Verhältniss, auf welches vor einigen Jahren Lister und Turner aufmerksam gemacht haben, ohne dass man es bis jetzt erklären könnte) und findet endlich das Ganze eingegrenzt von dem einfachen Kontour der querdurchschnittenen Primitivscheide.

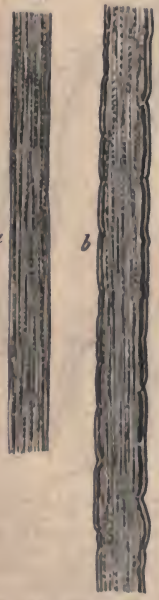


Fig. 174. Fibrillärer Bau des Axenzylinders nach Schultze. *a* Ein starker Axenzylinder aus dem Rückenmark des Ochsen; *b* Nervenfaser aus dem Gehirn des Zitterrochen.

Man hat in früherer Zeit gewöhnlich den Axenzylinder als ein homogenes Gebilde betrachtet, obgleich es an manchfachen Angaben einer komplizirten Struktur von jeher nicht gefehlt hat. Neuere schonende Methoden ergeben mit vieler Wahrscheinlichkeit eine Zusammensetzung unseres Gebildes aus feinsten Fäserchen, den sogenannten Axenfibrillen Waldeyer's oder den Primitivfibrillen von M. Schultze (Fig. 174). Zum Nachweis in markhaltigen Nervenfasern dient am besten die weisse Substanz von Gehirn und Rückenmark. Man kann mit Blutwasser bei sehr starken Vergrösserungen das frische Objekt untersuchen. Zweckmässiger ist die einen Tag oder länger fortgesetzte Mazeration in Iodserum. Treffliche Dienste leistet die Osmiumsäure ($^1/_2$—$^1/_8$ %). Nach kurzer Einwirkung ist ohne körnige Trübung der Axenzylinder genügend erhärtet, und zeigt, namentlich von der Markhülle befreit, die längsstreifige Zeichnung sehr deutlich (Schultze). Doch bildet auch jene Scheide kein Hinderniss der Wahrnehmung.

Zu ganz anderen Ergebnissen gelangte kürzlich an der Hand der Gefrierungsmethode Rudanowsky. Für ihn ist der Axenzylinder einmal wieder eine Röhre.

Indessen nicht alle Nervenstämme bei Mensch und Säugethier zeigen markhaltige Röhren. Die Fasern des Olfaktorius (Fig. 173, *e*) erscheinen sämmtlich blass und kernführend, und zerfallen bei passender Behandlung in einen Bündel feinster Primitivfibrillen. In den Bahnen des sympathischen Nervensystems kommt beim Menschen und den höheren Wirbelthieren, untermischt mit markhaltigen Nervenröhren, ebenfalls ein System blasser, mit Kernen besetzter Fasern vor, welche nach ihrem Entdecker Remak den Namen der Remak'schen Fasern tragen (Fig. 175, *b*). Die Natur derselben, ob nervös oder bindegewebig, hat vielfache Kontroversen veranlasst. Doch unterliegt die nervöse Beschaffenheit dieser Elemente zur Zeit keinem Zweifel mehr. In früherer Embryonalperiode erscheinen ohnehin die Nervenröhren alle blass, marklos und kernführend. Endlich können bei Wirbelthieren niederer Stellung sämmtliche Nervenfasern das ganze Leben hindurch auf dieser Stufe stehen bleiben, so z. B. beim Neunauge, von welchem eine derartige Nervenröhre unsere Fig. 173 *d* wiedergiebt.

Fig. 175. Sympathisches Nervenstämmchen. Zahlreiche Remak'sche Fasern (*b*) umgeben zwei markhaltige Nervenröhren (*a*).

Zur Untersuchung jener blassen, kernführenden Fasern kann man das frische Gewebe unter Zerzupfen und etwa noch der Zugabe einer schwachen Säure verwenden. Zweckmässiger ist ein längeres Einlegen in ganz verdünnte Essigsäure (etwa 20—50 Kcm. Wasser mit ein paar Tropfen Essigsäurehydrat). Auch eine Mazeration in schwachen Solutionen der Chromsäure und des chromsauren Kali, nach Art der von Schultze angegebenen Konzentrationsstufen (vergl. oben S. 76 und 81) führt zu sehr hübschen Bildern. Auch Chlorpalladium wurde von Bidder empfohlen. Zur Demonstration der Kerne bediene man sich einer der üblichen Tinktionsmethoden.

Die Beobachtung der Nervenfasern im polarisirten Lichte zeigt uns das interessante Resultat einer doppelbrechenden, positiv sich verhaltenden Scheide und eines gleichfalls mit Doppelbrechung versehenen, aber negativ sich verhaltenden Markes. Die Längsaxe der Primitivfasern und die optische Axe fallen zusammen. Valentin, welchem wir diese hübschen Resultate verdanken, hebt hervor, dass man so mit Hülfe des Polarisationsapparates markhaltige und marklose Nervenröhren zu unterscheiden vermöge.

Fig. 176. Ganglienzellen des Säugethiers; *A* Zellen mit bindegewebiger Umhüllung, von der Remak'sche Fasern *d d* entspringen; *a* eine kernlose, *b* zwei einkernige und *c* eine zweikernige Zelle; *B* ein hüllenloser Ganglienkörper.

Fig. 177. Eine multipolare Ganglienzelle aus der grauen Substanz des menschlichen Gehirns.

Wir haben jetzt der Untersuchung des zweiten Formelements des Nervensystems, der Ganglienzellen, zu gedenken (Fig. 176, 177).

Dieselben erscheinen bekanntlich als ansehnliche, doch in der Grösse wieder vielfachen Schwankungen unterworfene Zellen mit grossem, kugligem Kernbläschen

und einem dicklichen, höchst feinkörnigen, bald farblosen, bald pigmentirten Zellenkörper, welcher an der Peripherie zur schwachen Schale zu erhärten pflegt. Akzessorische Umhüllungen kommen in peripherischen Nervenknoten um diese Ganglienkörper vor, und bilden entweder (wie gewöhnlich bei niederen Wirbelthieren) eine homogene Membran oder eine dickere kernführende, bindegewebige Masse, welche zahlreiche Kerne eingebettet zeigt, und nicht selten in fadenförmige, das Bild Remak'scher Fasern darbietende Fortsätze ausläuft. Interessant ist eine epitheliumartige Auskleidung an der Innenfläche dieser Hüllen. Zu letzterer Demonstration kann man sich des Höllensteins oder der von Gerlach (S. 98) angegebenen Vergoldungsmethode bedienen.

Die erste unvollkommene Anschauung der Ganglienkörper verschafft man sich entweder, indem man kleinere Nervenknoten wählt, z. B. ein Spinalganglion des Frosches oder der Maus, und dieses unter Zugabe einer indifferenten Flüssigkeit mit spitzen Nadeln sorgsam zerzupft, oder einen aus einem grösseren frischen Nervenknoten entnommenen dünnen Schnitt derselben Behandlung unterwirft.

Natürlich erhält man hierbei zahlreiche Trennungen des Zusammenhanges, und vermisst die genügende Einsicht in die Anordnung des Ganzen. Um diese sich zu verschaffen, wähle man bei kleinen Geschöpfen Stellen, wo an feinen, in ihrer Totalität ohne Präparationen zu übersehenden Nervenstämmchen mikroskopische ganglionäre Anschwellungen vorkommen. Hier steht der Frosch in erster Linie. Die kleinen, oft nur aus wenigen Zellen bestehenden ganglionären Einbettungen, welche die Herznerven in der Scheidewand der Vorhöfe oder den Astsystemen des Sympathikus erkennen lassen, gewähren treffliche Bilder. Die Spinalganglien der Eidechse rühmt Schwalbe. Mit Vortheil wird man sich hier einer sehr verdünnten Essigsäure bedienen können. Auch stark verdünnte Phosphorsäure ist zu diesem Zwecke empfohlen worden, ebenso (doch weniger zweckmässig) ganz schwache Kali- und Natronlösungen (Schwalbe).

Von grosser Wichtigkeit ist das Verhältniss der Nervenfasern zu den Ganglienkörpern. Bekanntlich haben die darauf bezüglichen Anschauungen der Forscher in den letzten Dezennien grossen Wechsel erfahren, und auch noch heute sind wir weit davon entfernt, irgendwie übereinstimmenden oder auch nur ähnlichen Anschauungen zu begegnen.

Während man anfänglich nur ein einfaches Nebeneinanderliegen beider Formelemente in einem Nervenknoten annahm (Valentin), wurden später Verbindungen der Ganglienzellen mit den Nervenröhren vielfach beobachtet (Wagner, Robin, Bidder u. A.) und die Lehre von den bipolaren, multipolaren, unipolaren und apolaren Ganglienzellen aufgestellt. Es würde hier nicht der Ort sein, die Berechtigung jeder dieser Annahmen zu prüfen, und wir müssen darüber auf die Lehrbücher der Histologie verweisen.

Zur Ermittelung solcher Faserursprünge auf dem Wege des Zerzupfens sind die einzelnen Thiergruppen von sehr ungleicher Brauchbarkeit. Spärliche Zumischungen eines weicheren, loseren Bindegewebes zu den nervösen Elementen eines Ganglion erleichtern jene Erkenntniss sehr. Reichlichere Beimengung einer fester gewebten Bindegewebeformation erschwert entweder die Isolirung in hohem Grade, oder macht sie geradezu unmöglich. In erster Hinsicht bilden darum die Knorpelfische (Rochen) höchst günstige Objekte, und brauchbare wenigstens manche Knochenfische. Ungeeigneter schon sind die Körper nackter Amphibien, und kaum mehr durch die Präparirnadel zu bewältigen die Ganglien des Menschen, der Säugethiere und Vögel.

Geeignete Nervenknoten, z. B. die Ganglien des Trigeminus, Vagus, der Spinalnerven vom Hecht und der Aalquappe (Gadus lota), zerzupft man entweder ganz frisch oder, was nicht unzweckmässig genannt werden kann, einige (10—15) Stunden nach dem Tode. Auch eine vorbereitende eintägige Mazeration in dünner Chromsäure (0,1—0,5%) kann zur Verwendung kommen. Ebenso empfehlen

wir ein von J. Arnold angegebenes Verfahren zu versuchen, welches für den Frosch wenigstens gute Ergebnisse liefert. Man bringt das Ganglion für 4—5 Minuten in eine Essigsäure von 0,3—0,2% und dann für 12—18 Stunden in eine 0,02—0,1%ige Chromsäurelösung. Auch die vorbereitende Behandlung mit einer sehr schwachen Goldchloridlösung (0,005%) hat man hier benutzt (Bidder). Indessen bei aller Vorsicht sind zahlreiche Zertrümmerungen und Zerreissungen unvermeidlich.

Bei den höheren Wirbelthieren kann man auch eine Erhärtung in Chromsäure oder chromsaurem Kali anwenden. Hier beginne man mit schwachen Lösungen der Säure von 0,2—0,5%, wechsele öfter, und steige allmählich mit der Konzentration. Das chromsaure Kali kommt in der entsprechenden Menge zur Verwendung (vergl. S. 81). Die so erhärteten Nervenknoten gestatten der scharfen Rasirmesserklinge sehr feine Schnitte, welche mit wässrigem Glycerin zu untersuchen sind. Man wird, so z. B. in einem sympathischen Ganglion eines Säugethieres, Bilder zu erkennen vermögen, welche der freilich etwas schematisirten Zeichnung unserer Fig. 178 nahe kommen. Wie es scheint, sind gerade multipolare Zellen (*d d*) in den sympathischen Nervenknoten der Säugethiere sehr häufige Vorkommnisse im Gegensatze zu den niederen Wirbelthieren, wo bipolare und unipolare die Regel bilden. Zweikernig erscheinen die Ganglienkörper im Sympathikus des Kaninchens und Meerschweinchens.

Fig. 178. Ein sympathischer Nervenknoten des Säugethieres. In reichlichem kernführendem Fasergewebe (Remak'schem) verlaufen die markhaltigen Nervenröhren der drei Stämme *a b c*; *d* multipolare Ganglienzellen, bei *d°* eine mit sich theilender Nervenfaser; *e* unipolare, *f* apolare Zellen.

Indessen wir haben in neuerer Zeit zweckmässigere Methoden kennen gelernt. Solche Schnitte von Chromsäurepräparaten können für 12—24 Stunden in eine Lösung von Osmiumsäure (1%) gebracht werden; wo dann die Nerven geschwärzt sich zeigen. Noch besser aber, weil zugleich erhärtend und färbend, ist die Lösung des Palladiumchlorür (1 : 500). Schon nach 24 Stunden (wo man die Flüssigkeit inzwischen wechsele) kann der Nervenknoten eine schwarzgraue Färbung zeigen, und fähig zum Verarbeiten sein. Ist die Schnittfläche noch gelb, dann genügt noch eine weitere Einwirkung für einen folgenden Tag. Indem das Bindegewebe blass, die Ganglienzellen gelbbraun, die Nervenfasern schwärzlich sind, entstehen sehr instruktive Ansichten (Schwalbe).

Noch in anderer Weise kann man jene erhärteten Ganglien untersuchen. Man färbt die Schnitte, entwässert sie dann durch absoluten Alkohol, und setzt Terpentinöl zu. Hat man vom Aortenbogen aus das Gehirn eines

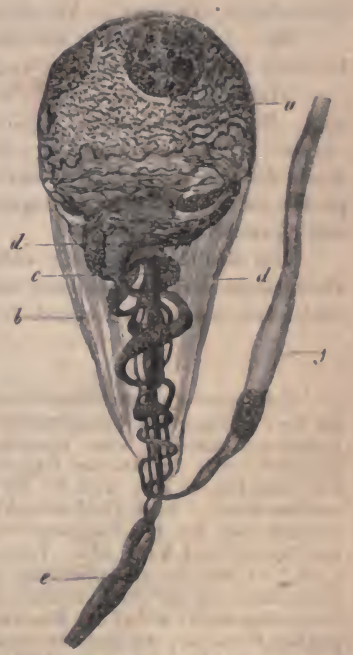


Fig. 179. Ganglienzelle aus dem Sympathikus des Laubfrosches (nach Beale). *a* Zellenkörper; *b* Hülle; *c* gerade nervöse Faser und *d* spiralige Faser; Fortsetzung der ersteren *e* und der letzteren *f*.

kleinen Säugethieres, eines Kaninchens oder Meerschweinchens, vollständig mit Karminleim injizirt, so gewährt das Ganglion Gasseri nach zarter Karmintinktion treffliche derartige Bilder.

Vor nicht langer Zeit wurde an den Ganglienzellen des Froschsympathikus noch ein weiteres interessantes Strukturverhältniss beobachtet (Fig. 179). Von der Zelle (*a*) — und zwar aus dem inneren Theile ihres Körpers — entspringt eine Faser (*c e*) (Axenzylinder), an welchem man nicht selten eine Kernbildung bemerkt. Umgeben wird jene durch eine oder mehrere Spiralfasern, welche ebenfalls Kerne darbieten (*d*). Sie entspringen von der Oberfläche des Zellenkörpers.

Fig. 180. Ein Ganglion aus der Submukosa des Dünndarms beim 10tägigen Säugling (Holzessigpräparat). *a* Ganglion; *b* dessen ausstrahlende Nervenstämmchen; *c* injizirtes Kapillarnetz.

So fand Beale das Verhalten an karminisirten Glycerinpräparaten. Arnold, ein tüchtiger Forscher, welcher sich des S. 202 erwähnten Verfahrens*) bedient hat, lässt beiderlei Fasern vom Kernkörperchen der Ganglienzelle entspringen. Ich konnte davon mich nicht überzeugen, und bin geneigt, die Beale'sche Spiralfaser als eine elastische anzusehen. Allerdings soll damit die Möglichkeit nicht geläugnet werden, dass bei jenen bipolaren Ganglienzellen, wo die beiden Nervenfasern dicht neben einander entspringen, die eine in Windungen die andere umgeben könne.

Man hat in neuerer Zeit merkwürdige Ganglienapparate von mikroskopischer Feinheit in den Wandungen von Baucheingeweiden entdeckt.

Hierher gehören einmal die von Meissner aufgefundenen und dann von Remak, Manz, Kollmann, Billroth und Andern untersuchten Nervenknoten im submukösen Bindegewebe des Verdauungsapparates (Fig. 180), sowie der von Auerbach nachgewiesene sogenannte Plexus myentericus, ein höchst entwickeltes Gangliengeflecht zwischen den beiden Lagen der Muskelschicht des Darmrohrs.

Die Beobachtung jener submukösen Nervenknoten ist meistens mit Hülfe der Holzessigmazeration gemacht worden. Doch haben manche Beobachter darin gefehlt, dass sie dieses Reagens in viel zu energischer Weise einwirken liessen, z. B.

---

*) In einer zweiten Abhandlung theilt uns der Verfasser neue komplizirte Methoden für die Prüfung jener Ganglienzellen mit. Zur Isolirung der Spiralfasern in möglichster Länge lege man in 5 Kcm. einer Salpetersäure von 0,01—0,02% ein. Schon nach 5—10 Minuten werde der Bau der Ganglienzelle klar. Nach 12—24stündigem Liegen aber könne man jene Fasern sehr weit in die Nervenstämme verfolgen, und zu wahren Nervenfasern werden sehen. Auch Goldchlorid färbe beiderlei Fasern, die geraden wie spiraligen. Man bereitet sich aus 1% Essigsäure und Goldchloridkalium eine Mischung von 0,02—0,05%, und legt in 3—4 Kcm. ein. Treten die ersten Spuren einer violetten Färbung auf (etwa nach 3—4 Stunden), so übertrage man den Grenzstrang des Sympathikus in 10 Kcm. einer Essigsäure von der oben erwähnten Stärke. Nach 3—5 Tagen hat sich eine intensive Färbung eingestellt, wobei das Bindegewebe licht und gelockert geblieben ist. Ein mikroskopisches Präparat, mit angesäuertem Glycerin versetzt, wird nun auf weisser Unterlage behufs weiterer Reduktion des Goldes der Einwirkung des Tages- oder Sonnenlichtes ausgesetzt. Nach 4—5 Tagen ist jetzt die gerade Nervenfaser hellroth; ebenso erscheinen die dickeren der Spiralfasern, während die feineren erst am 8. bis 10. Tage eine intensivere Färbung gewinnen.

Billroth, und daher nur Artefakte beschreiben konnten. Man lege nicht allzugrosse, der frischen Leiche entnommne Stücke in einen mit dem mehr- oder vielfachen Volumen Wasser verdünnten gereinigten Holzessig ein, und versuche nach einem, zwei oder drei Tagen die Beobachtung an Vertikalschnitten oder dem losprăparirten submukösen Gewebe (sowie den letzterem mit der Scheere entnommenen Flächenschnitten), um die horizontale Ausbreitung kennen zu lernen. Eine gewisse Aufmerksamkeit ist hier immer erforderlich, weil man gerade den richtigen Mazerationsgrad zur Untersuchung benützen muss, und bald eine übermässige Einwirkung des Holzessigs nachfolgt. Man vermag übrigens mit sehr verdünnter Essigsäure den Holzessig zu ersetzen; ebenso gelingt es, z. B. bei dem neugebornen Kinde, auch am frischen Darmkanal das betreffende Gangliengeflecht (Fig. 181, 1) mit den Zellen (*a*) und den blassen Nervenfasern (*b c*) darzuthun. Man verwendet einmal feine Vertikalschnitte, oder (was sich zweckmässiger erweist) man präparirt an einem fest gespannten Darmstück von beiden Seiten her Muscularis und Schleimhaut sorgfältig ab, so dass man die submuköse Bindegewebeschicht allein übrig behält. In ihr entdeckt man schon ohne weitere Zusätze mühsam einzelne Ganglien, sehr leicht und gut aber die ganze Anordnung, sobald sehr verdünnte Essigsäure das Bindegewebe aufgehellt hat. Auch einfache Chromsäurepräparate geben wenigstens an Vertikalschnitten oft gute Bilder.

Fig. 181. 1. Ein grosses Ganglion aus dem Dünndarm eines Säuglings von 10 Tagen. *a* Der Knoten mit den Ganglienzellen; *b c* abgehende Nervenstämme mit blassen kernführenden Fasern; im frischen Zustand. 2 Ein derartiges Nervenstämmchen vom 5jährigen Knaben mit drei blassen Primitivfasern, mit Holzessig behandelt.

In fast unbegreiflicher Weise hat man das erwähnte Gangliengeflecht für ein Gefässnetz erklären wollen. Die vorhergehende Injektion eines in Holzessig ein-

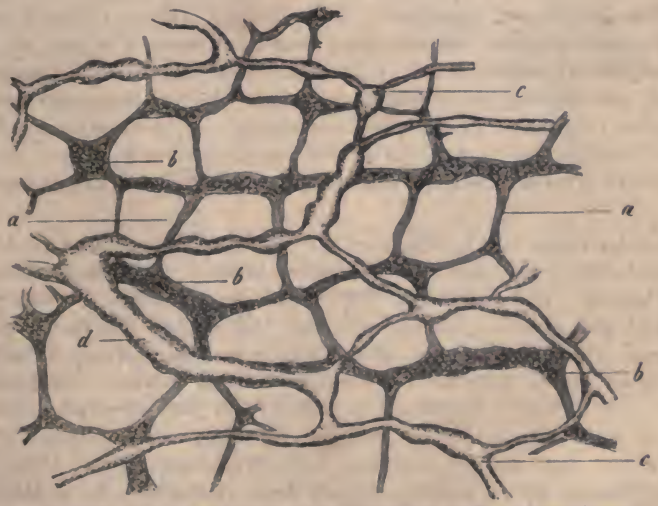


Fig. 182. Plexus myentericus aus dem Dünndarm des Meerschweinchens. *a* Nervengeflecht; *b* Ganglien; *c* Lymphgefässe.

zulegenden Darmstücks mit Berliner Blau oder schwefelsaurem Baryt entfernt jeden Zweifel (Fig. 180 *c*).

Der Plexus myentericus (Fig. 182) ist an den grösseren Säugethieren und dem Menschen bei der Dicke der Muscularis nur schwer und mühsam nachweisbar. Mazerationen in verdünntem Holzessig und Essigsäure scheinen ebenfalls die besten Mittel zu bilden. Sehr leicht gelingt dagegen die Demonstration bei kleineren Geschöpfen, Kaninchen, besonders aber Meerschweinchen, Ratten und Mäusen. Ein Dünndarm-, noch besser ein Colonstück des Meerschweinchens in einen mit dem mehrfachen Volumen Wasser verdünnten und gereinigten Holzessig (20 bis 15%) eingelegt, wird nach 24 Stunden (oder auch schon früher) einen Grad der Quellung und Mazeration erreicht haben, dass man leicht die Schleimhaut abzuziehen vermag. Bringt man jetzt die dünne Muscularis nebst der Serosa unter das Mikroskop, so genügt wässriges Glycerin, um bei schwacher Vergrösserung den ganzen prächtigen Nervenapparat (*ab*) in flächenhafter Ausbreitung mit einem Male zu erblicken. Im Uebrigen achte man auch hier wie bei den Ganglien der submukösen Schicht darauf, die Holzessigeinwirkung lieber etwas zu schwach als zu stark stattfinden zu lassen, da Zellen und Nervenfasern sonst gänzlich verändert zur Beobachtung gelangen. — In all diesen Fällen sollte im Uebrigen der Säuregehalt der Holzessiglösungen vorher durch die Titrirmethode genauer bestimmt werden.

Der Bau der Zentralorgane des Nervensystems, des Rückenmarks und Gehirnes, ist bekanntlich ein so komplizirter und dabei vielfach noch ein so kontroverser und dunkler, dass es uns weit über die Grenzen dieses Buches führen würde, wollten wir jener Texturverhältnisse irgendwie ausführlicher gedenken. Wir beschränken uns somit vorwiegend auf die Darstellung der zur Zeit üblichen Untersuchungsmethoden.

Man kann dieselben in zwei Reihen theilen, einmal in solche, welche die Elementargebilde zu isoliren bestimmt sind, und dann in eine andere Reihe, die den Zentralorganen einen Grad der Erhärtung verleihen soll, dass dünne Schnitte mit Bequemlichkeit entnommen und ein Verständniss der ganzen Anordnung gewonnen werden kann. Wir haben kaum die Bemerkung nothwendig, dass eine gründliche Förderung unseres Wissens die Kombination beiderlei Untersuchungsweisen verlangt.

Die älteren Forscher haben manchfach versucht, an Zerzupfungspräparaten möglichst frischer oder auch älterer Gehirn- und Rückenmarksstücke Ganglienzellen und Nervenfasern zu erforschen. Indessen die bindegewebige Gerüstemasse vereinigt die zarten nervösen Gebilde denn doch in zu inniger Weise, als dass mehr als Trümmer jener zu hoffen sind. Und in der That, wir sind in späterer Zeit zu weit besseren und ergiebigeren Methoden gelangt. Die von Schultze empfohlenen hochverdünnten Lösungen der Chromsäure und des doppelchromsauren Kali bilden Hülfsmittel ersten Ranges, indem sie auf die verschiedenen Elemente jener Organe theils mazerirend, theils erhärtend einwirken, ohne tiefere Texturumänderungen zu setzen.

Indessen der Leser würde sich täuschen, wenn er die erfolgreiche Anwendung jener Solutionen für eine relativ leichte Sache hielte. Auch nach Befolgung gewisser Vorschriften, nur möglichst frische, am besten warme Organe zu wählen, und namentlich grössere Säugethiere, wie den Ochsen und das Kalb, zunächst zu berücksichtigen, ferner nicht allzu grosse Stücke in relativ wenig Flüssigkeit einzulegen, bleiben immer noch der Schwierigkeiten mancherlei. Zunächst entsteht die Aufgabe, den richtigen Konzentrationsgrad jener Flüssigkeiten zu treffen, und dieser, in ziemlich engen Grenzen gelegen, verlangt ein sorgsames Probiren, da nach der Wärme, nach der Art und dem Alter der Thiere weitere Differenzen sich ergeben. Lösungen nun, welche auf 30 Kem. mehr als 6—7 Millegrms der Chromsäure oder mehr als 12 Centigrms ihres Kalisalzes enthalten, sind absolut

verwerflich. Oft bedient man sich mit Vortheil sogar noch weit höherer Verdünnungsgrade.

Hören wir den kompetentsten der neueren Forscher, Deiters, über diese Seite der Technik. — Derselbe empfiehlt uns, in eine Lösung des chromsauren Kali, welche 3 Centigrms auf 30 Grms enthält, zunächst bis zum zweiten Tage einzulegen, womit man nicht selten schon das gewünschte Resultat erhalten hat. Ist letzteres noch nicht vorhanden, oder will man noch für ein paar weitere Tage das Präparat aufbewahren, so kann man jene Lösung für einen weiteren Tag verdoppeln, und dann nochmals für neue 24 Stunden bis zu 12 Centigrms aufsteigen. Nicht selten jedoch sind schwächere als Lösungen von 3 Centigrms vorzuziehen. So kann man mit 7 und 5 Millegrms beginnen, um erst hinterher mit 3 Centigrms zu schliessen, oder man zieht zuerst Lösungen der Chromsäure zur Verwendung, dann noch ihres Salzes, wobei man grössere Lockerheit des Präparates gewinnt. Die Chromsäure selbst kommt in einer Stärke von 2, 3—6 Millegrms auf 30 Kcm. zur Anwendung. Man lässt zwei Tage ohne Wechsel liegen, erneuert dagegen die Flüssigkeit am dritten Tage. Jetzt, indessen auch früher, erhält man eine sehr gute Mazeration für manche Theile. Zur Verbindung beider Methoden empfiehlt es sich nach zweitägiger Anwendung der Chromsäure die Stücke zuerst in chromsaures Kali von 3 Centigrms, dann am folgenden Tage von 6, später vielleicht noch 12 Centigrms zu bringen. Hinterher, um eine stärkere Mazeration der Gerüstesubstanz zu erzielen, können auch derartige Objekte noch mit Vortheil einer äusserst verdünnten Lösung der Alkalien unterworfen werden, so etwa, dass man einen Tropfen einer 28%igen Lösung des kaustischen Kali 30 Kcm. Wasser zufügt, um nach einer Stunde herausgenommen und abgewaschen (etwa in hochverdünnter Chromsäure) wieder in die Solution des chromsauren Kali zu kommen, anfangs von 3, am folgenden Tag von 6 Centigrms, später vielleicht bis zu 12 Centigrms.

Diese einfacheren oder kombinirten Methoden, am besten mehrere zugleich in Anwendung gezogen, werden, allerdings mit manchem Verunglücken, die geeigneten Objekte ergeben, welche freilich nur für einige Tage zur Untersuchung brauchbar sind. Man hebt am besten mit einer Messerspitze Stückchen heraus, und zerzupft auf das Sorgfältigste.

Mit solchen Hülfsmitteln gelang es Deiters einen merk-

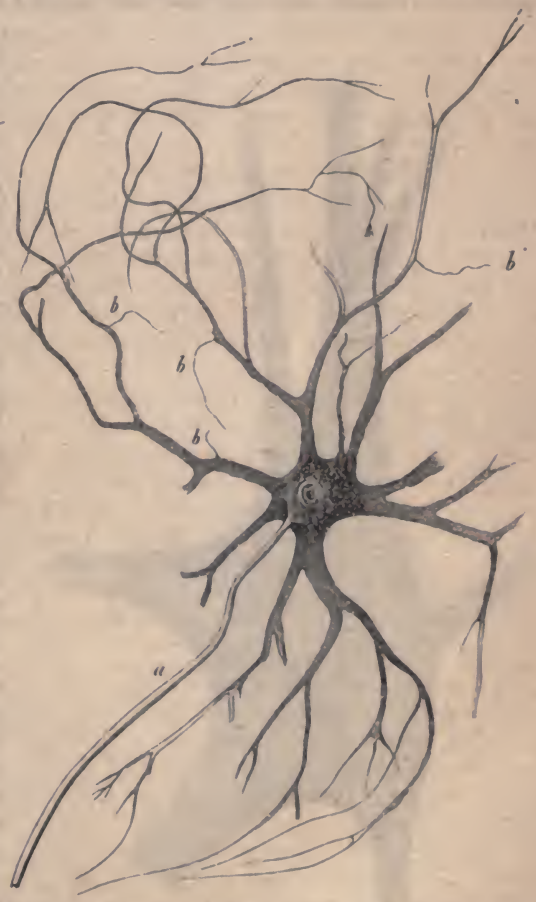


Fig. 183. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks (vom Ochsen) mit dem Axenzylinderfortsatz (*a*) und den verzweigten Protoplasmafortsätzen, von welchen bei *b* feinste Fädchen entspringen (nach Deiters).

würdigen Fund über den Bau der vielstrahligen Ganglienzellen der Zentralorgane zu machen. Jene (Fig. 183) besitzen zweierlei Ausläufer. Die grosse Mehrzahl der letzteren bildet nur Fortsetzungen derselben protoplasmaähnlichen Substanz, wie sie den Körper der Ganglienzelle darstellt. Diese Ausläufer, die »Protoplasmafortsätze« von Deiters, verzweigen sich unter wiederholter Astabgabe auf das Mannichfaltigste, bis sie zuletzt mit Endzweigen von grösster Feinheit in der Stützsubstanz verschwinden. — Von jenen Protoplasmafortsätzen unterscheidet sich dann auf den ersten Blick ein ausgezeichneter langer Fortsatz (*a*), welcher entweder aus dem Zellenkörper selbst oder von einem der ersten breitesten Ausläufer entspringt, niemals eine Verzweigung darbietet, und später von einer Markscheide bekleidet wird. Deiters hat ihn den »Axenzylinderfortsatz« genannt. — Man erkennt endlich an unseren vielstrahligen Ganglienzellen noch äusserst feine, von ihren Protoplasmafortsätzen rechtwinklig abtretende Fädchen (*b b*), in welchen der genannte Forscher ein zweites System dünnster Axenzylinder sehen zu müssen glaubte.

Noch eine andere Methode hat vor nicht langer Zeit ein um die mikroskopische Technik hochverdienter Forscher, Gerlach, uns empfohlen, um jene Ganglienkörper und ein mit ihnen (d. h. ihren Protoplasmafortsätzen) zusammenhängendes feinstes Nervennetz (aus welchem seiner Ansicht nach die graue Masse des Rückenmarks besteht) zu isoliren. Von dem noch ganz frischen warmen Rückenmark eines Säugethiers schneidet man mit einem Rasirmesser dünne Längsschnitte, am besten durch die Gegend der Vorderhörner. Diese kommen für 2—3 Tage in sehr schwache Lösungen des doppelchromsauren Ammoniak (0,01—0,02%). Hierauf überträgt man jene in eine gleichfalls hochverdünnte ammoniakalische Karminlösung, welche etwa nach einem weiteren Tage die nothwendige Färbung gewährt. Die dünnsten und am besten tingirten Stellen werden dann sorgfältigst zerzupft.

Fig. 184. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks vom Ochsen, nach Schultze. *a* Axenzylinder-, *b* Zellenfortsätze.

Man hat an jenen Ganglienzellen der Zentralorgane noch eine weitere Komplikation des Baues beobachtet. Nach Untersuchungen Schultze's bieten uns jene beiderlei Ausläufer der zentralen Ganglienzelle (Fig. 184) eine fibrilläre Struktur dar; die deutlichere jedoch der Axenzylinderfortsatz (*a*), während in den Protoplasmafortsätzen (*b*) die Menge einer körnigen Zwischensubstanz grösser ausfällt. Man kann die »Primitivfibrillen« (S. 200) in den Körper der Ganglienzelle hineinverfolgen, und einen verwickelten Verlauf derselben gewahren. Man

wird sich von diesem (durch Remak zuerst beobachteten) Verhalten an frischen, nur mit Serum befeuchteten Objekten oder an Osmiumsäurepräparaten unschwer überzeugen.

Frommann will nach Höllensteinbehandlung erkannt haben, dass jene Fibrillen aus dem Kernkörperchen entspringen, und von Röhren, welche vom Kern ausgehen, scheidenartig umgeben seien. Auch Arnold berichtet uns von verwandten Ergebnissen. Er benutzte als Zusatzflüssigkeiten Serum oder Chromsäure (0,01%) und chromsaures Kali (0,02—0,05%).

Spätere Untersuchungen werden hier die Entscheidung ergeben müssen. Im Uebrigen ist schon vor längeren Jahren der Ursprung der Nervenfaser von Nukleolus und Nukleus der Ganglienzelle behauptet worden (Harless, Axmann, Lieberkühn, Wagner).

Man hat schon seit langen Jahren der Masse von Gehirn und Rückenmark künstlich eine schnittfähige Konsistenz zu verleihen gewusst.

Zum Erhärten benützt man den Alkohol, die Lösungen der Chromsäure sowie des doppelchromsauren Kali und Ammoniak. Mag man nun die eine oder die andere dieser Flüssigkeiten anwenden, so sollten stets nur ganz frische, dem eben getödteten Thiere möglichst vorsichtig entnommene und von ihren Hüllen befreite Stücke des Gehirns und Rückenmarks eingelegt werden, und zwar solche von einem nicht allzubedeutenden Volumen. Ist die Masse nämlich eine übergrosse, so wird man in den äusseren Theilen zwar eine ganz gute Erhärtung erzielen, die inneren dagegen werden weich bleiben, oder gar der Fäulniss anheimfallen. Als eine zweckmässige Methode empfehle ich derartige Stücke durch einen Seidenfaden befestigt an dem Haken eines Glasdeckels in einem hohen Glaszylinder schwebend aufzuhängen.

Unter den genannten Reagentien nimmt der Alkohol die niedrigste Stelle ein. Man hat daher schon seit längeren Jahren Lösungen der Chromsäure und des chromsauren Kali den Vorzug gegeben. Gerügt muss auch hier jener Schlendrian werden, derartige Solutionen nur nach der Farbe taxirt verwenden zu wollen. Allerdings kann es hier und da gelingen, den richtigen Konzentrationsgrad zu treffen; in vielen Fällen wird man aber sich täuschen, und das gewünschte Ziel verfehlen, welches bei der geringen Mühe, die die Herstellung einer genau bestimmten Lösung verursacht hätte, zu erreichen gewesen wäre.

Welche Konzentrationen soll man nun derartigen Lösungen verleihen? Hier muss festgehalten werden, dass frühere Beobachter gewöhnlich viel zu starker Flüssigkeiten sich bedient haben, so dass beträchtliche Schrumpfungen des Gewebes eintraten, und nicht selten das Ganze allzu spröde und brüchig wurde, um überhaupt noch einen Schnitt zu gestatten. Eine Chromsäurelösung von 1% ist sicher schon zu stark, um hiermit die Erhärtung zu beginnen. Ich habe sowohl für Säuger als kaltblütige Wirbelthiere, wie Fische und Frösche, gute Resultate erzielt, wenn ich das Härten mit Solutionen von 0,2% begann, dann nach einigen Tagen die Chromsäure wechselte, durch eine stärkere Lösung ersetzte, und so endlich bis zu 1% gelangte. Chromsaures Kali ist in der entsprechenden Stärke von 2—6% zu verwenden (vergl. S. 81). Deiters bedient sich zum Erhärten von Gehirn und Rückenmark der nachfolgenden Methode: Er legt zunächst für eine bis zwei Wochen in eine Solution des chromsauren Kali (1 Grm. auf 30 Kcm. Wasser) ein. Dann (wenn eine gleichmässige Durchtränkung eingetreten ist, und die Härtung begonnen hat) kommt das Präparat entweder unmittelbar oder nach vorherigem Auswaschen des Kalisalzes in eine Lösung der Chromsäure, welche 12 Centigrms auf 30 Kcm. enthält, und bis zu 18 Centigrms verstärkt werden kann.

Gerlach empfiehlt eine Lösung des Ammoniaksalzes von 1—2% mit einer wenigstens 15—20tägigen, zuweilen 5wöchentlichen Einwirkung.

Ueber die zur Erhärtung nothwendige Zeit lässt sich im Allgemeinen nichts Bestimmtes angeben. Chromsaure Salze wirken langsamer, die freie Säure schneller.

Das Rückenmark kleiner Thiere ist mir oftmals schon nach einer Woche hinreichend fest in jenen Lösungen der freien Chromsäure geworden. In der Regel ist ein Zeitraum von 3—4 Wochen, nicht selten ein noch längerer, 6 Wochen und mehr, erforderlich. Indessen kommen hier mancherlei Verschiedenheiten vor. Mit Recht hebt daher Reissner hervor, dass die Zentraltheile, zumeist das Rückenmark verschiedener Thierarten, auch in der zur Erhärtung erforderlichen Zeit Differenzen zeigen. Man gebe allerdings gewöhnlich an, dass bei kleineren Thieren schneller die Erhärtung einträte als bei grösseren Geschöpfen; dieses sei aber keineswegs von allgemeiner Gültigkeit, indem seinen Erfahrungen nach das Rückenmark des Kalbes in schwächeren Lösungen hart werde, als dasjenige des Kaninchens, der Maus und der Ratte.

Um die richtige Konsistenzstufe zu erhalten, bleibt eben Nichts übrig, als von Zeit zu Zeit mit dem Rasirmesser einen Probeschnitt zu versuchen. Die Festigkeit muss gerade so gestiegen sein, dass die befeuchtete Klinge bequem und ohne ein Zerbröckeln eine ganz dünne Lage abzunehmen vermag. Bröckelt das Gewebe, dann ist schon Ueberhärtung vorhanden, während ungenügende Konsistenz eben nur dickere Schnitte gestattet. In letzterem Falle ist weiteres Einlegen erforderlich, in ersterem die Prozedur verunglückt.

Ist man so glücklich gewesen, die richtige Beschaffenheit erzielt zu haben, so kommt das erhärtete Objekt nach vorherigem Auswaschen in schwachen, wasserreichen Weingeist, und kann hier lange Zeit ohne weitere Veränderung konservirt werden, um späteren Untersuchungen zu dienen.

Sehr dünne Schnitte lernt man bei einiger Uebung und einem guten Messer bald in überraschender Weise anfertigen, wobei das Objekt von den Spitzen der drei ersten Finger der linken Hand gehalten wird, und für genügende Befeuchtung des Gegenstandes und der Klinge mit Alkohol zu sorgen ist. Sehr kleine Objekte, z. B. das Rückenmark einer Maus, können aber nicht mehr von den Fingerspitzen erfasst werden. Man klemmt dieselben in eine grössere thierische Masse, z. B. in das Rückenmark eines grösseren Thieres oder auch in ein Stückchen Fliedermark ein; oder man wendet eine der zur Zeit üblichen Einbettungsmethoden (S. 67) an.

Um aus den einzelnen Präparaten den Bau eines derartigen Zentraltheiles, beispielsweise des Rückenmarks, zu konstruiren, sind natürlich Schnitte, in den verschiedensten Richtungen angefertigt, nothwendig. Man stellt Querschnitte zunächst her, geht dann zu longitudinalen über, von welchen besonders vertikale und horizontale Längsschnitte, ebenso schräge (d. h. z. B. vom rechten Hinterhorn nach dem linken Vorderhorn) gelegte Durchschnitte von Wichtigkeit sind. Weniger wichtig erscheinen schief zur Längsaxe des Rückenmarks gewonnene Präparate.

Für die meisten Beobachtungen sind die so erhaltenen Schnitte mit Vortheil tingirt zu verwenden. Dazu dient heutigen Tags gewöhnlich die Karminfärbung.

Ich verwende auch hier, wie bei allen zarten Geweben, zur Tinktion eine mit einem Minimum von Ammoniak erzielte Lösung des Karmin, welche noch ziemlich mit Wasser verdünnt und dann mit dem gleichen Volumen Glycerin versetzt ist. In sie wird der vorher in wasserreichem Weingeist ausgewaschene und so von etwa anhaftender Chromsäure befreite Schnitt gebracht, um die hier erwünschte Röthe zu erlangen, wozu nach der Konzentration des Färbemittels 2, 4, 8—12 Stunden erforderlich sind.

Dann kommt das Objekt zum Auswaschen zunächst für eine kurze Zeit in reines Wasser, darauf in mit ein paar Tropfen Essigsäure ganz schwach angesäuertes Wasser oder in einen derartig versetzten wässerigen Weingeist. Die diffuse Röthe verschwindet, und der zurückbleibende Karmin ist dann an Zellen, Kerne und Axenzylinder gebunden. Kommen auch hinsichtlich der Imbibitionsfähigkeit der Gewebeelemente von Gehirn und Rückenmark einzelne Differenzen vor, so müssen Epithelien, Ganglienkörper, Axenzylinder und Kerne der bindegewebigen Gerüst-

substanz als diejenigen Theile bezeichnet werden, welche sich vorzugsweise mit dem Farbestoff imprägniren.

Vortreffliche Bilder gewährt auch das Hämatoxylin. Aber sie sind hier wie bei allen durch eine Säure vorhergehend behandelten Objekten leider rasch vergänglich. Empfehlung verdient ferner das Anilinblau (S. 93). Auch die Osmiumsäure, welche auf derartige Schnitte, selbst solche, die mit Karmin vorher tingirt worden sind, in der S. 96 angegebenen Weise einwirkt, verspricht von Wichtigkeit zu werden (M. Schultze).

Man kann derartig behandelte Präparate nun einmal im feuchten Zustande untersuchen. Zu ihrer weiteren Aufhellung wurde eine Lösung von Chlorcalcium empfohlen (Schröder van der Kolk). Ich muss mit Reissner bekennen, ich habe Nichts damit erzielt. Bessere und genügende Dienste leistet hier das Glycerin.

Eine noch nachhaltigere Aufhellung erhält man indessen durch Einlegen des vorher sorgfältig und vorsichtig entwässerten Präparates in Terpentinöl oder Kanadabalsam, die zur Zeit beliebteste Methode, welche auch die schönsten und dauerndsten Sammlungspräparate ergiebt. Wir verweisen für sie auf S. 124 unseres Buches. Wir möchten aber hier die alkoholischen Harzlösungen (S. 125) dringend empfehlen*).

Vor einigen Jahren hat Gerlach die Behandlung mit Goldchloridkalium (S. 98) als ein ausgezeichnetes Mittel gerühmt, um den Verlauf der Nervenfasern im Rückenmark sichtbar zu machen.

Dem 3—6 Wochen lang in einer Lösung von doppelchromsaurem Ammoniak erhärteten Rückenmarksstück werden feine Querschnitte entnommen und für 10 bis 12 Stunden in eine Lösung von 0,01 % des Goldsalzes, welcher man etwas Essig- oder Salzsäure beigefügt hat, eingelegt. Jetzt (nachdem weisse Substanz eine blasse Lilafarbe gewonnen hat, die graue nur einen leisen Anflug darbietet) wird der Schnitt in einer sehr verdünnten Salzsäure (1 : 2—3000) durch mehrere Minuten andauerndes Hin- und Herbewegen ausgewaschen. Hierauf legt Gerlach für etwa 10 Minuten in ein Gemisch von 1 Theil Salzsäure und 1000 Theilen Alkohol von 60 % ein und später endlich noch für einige Minuten in absoluten Alkohol. Zur Aufhellung dient Nelkenöl, und dann beendigt der Einschluss in Kanadabalsam das etwas komplizirte Verfahren. Will man Ganglienzellen sichtbar machen, so hat man vor dem Einlegen in das Goldsalz erst einige Stunden lang eine der andern Metallimprägnationen anzuwenden, wie die mit Chlorpalladium (S. 98) oder, was der Verfasser vorzieht, ein bisher noch nicht in der Histologie angewandtes Metallsalz, das salpetersaure Uranoxyd in sehr verdünnter Lösung zu benützen.

Henle und Merkel färben Alkoholpräparate durch molybdänsaures Ammoniak

---

*) Wir reihen hier noch einige andere Vorschriften an:

1) Lockhart Clarke, welchem später Lenhossek nachfolgte, bediente sich schon vor Jahren folgender Methode: Man erhärtet das frische Rückenmark in Weingeist, und zwar am ersten Tage in mit dem gleichen Volumen Wasser verdünntem, dann in reinem Alkohol, bis dünne Schnitte möglich werden, ein Ziel, was in kälterer Jahreszeit gewöhnlich nach 5—6 Tagen erreicht ist. Dann werden jene Schnitte mit dem (S. 83) erwähnten Gemisch von 1 Theil Essigsäure und 3 Theile Alkohol 1—2 Stunden lang versetzt, um nicht allein die Nerven und faserigen Bestandtheile schärfer hervortreten zu lassen, sondern auch die graue Substanz bedeutend aufzuhellen.

2) J. Dean, welchem wir zwei ganz ausgezeichnete Arbeiten über die Zentralorgane verdanken, erhärtet in Alkohol oder Chromsäure, und färbt die ausgewaschenen Schnitte mässig in Glycerin-Karmin, in welchem sie 4—8 Stunden lang verbleiben, je nachdem man das Kolorit haben will. Dann kommen absoluter Alkohol, Terpentinöl und Kanadabalsam zur Verwendung. Dicker Kopalfirniss ist im Uebrigen nach Dean für die Erkennung feinen Details jenem Harz manchmal vorzuziehen. Auch die Clarke'sche Methode rühmt Dean hoch und — wie wir hinzufügen wollen — mit vollem Rechte, wenn mah das Gemisch auf vorher tingirte Präparate einwirken lässt.

(S. 81), Chromsäureobjekte erst durch Chlorpalladium und dann durch stärkere Karminlösung, welche sehr rasch wirkt.

Man wird an der Hand der gelieferten Präparationsvorschriften mit Fleiss und Ausdauer sich von den ersten Anordnungsverhältnissen des Rückenmarks (schwieriger schon des Gehirns) überzeugen können, wobei, wie bemerkt, die Untersuchung der Querschnitte den Anfang bilden sollte. Indessen man wird auch erkennen, welche grosse Schwierigkeiten eine genaue Texturlehre der Zentralorgane darbietet, Schwierigkeiten, die zum Theil in der Natur des Gegenstandes, zum Theil auch in den immer noch nicht ausreichenden Methoden begründet sind. Sicher ist von manchen Forschern das Ergebniss ihrer Untersuchungen sehr übertrieben worden, indem gar Manches aus fragmentarischen Einzelanschauungen zu einem sehr bestechenden Bilde kombinirt wurde. Indessen sind andere Forscher einer übermässigen Skepsis anheimgefallen. Hat man doch sogar die netzartige Kommissurverbindung der grossen multipolaren Ganglienkörper in den Vorderhörnern des Rückenmarks in Abrede zu stellen versucht, ebenso den Uebergang einzelner ihrer Ausläufer in Nervenfasern der vorderen motorischen Wurzel! Diese Texturverhältnisse lassen sich, wenn auch nur mühsam und in sehr spärlichen Vorkommnissen, unserer Ansicht nach indessen mit aller Sicherheit beobachten.

Um Injektionspräparate des Gehirns und Rückenmarks zu erhalten, verfahre man etwa in folgender Weise. Man wähle kleinere Säugethiere, eine Ratte, ein Meerschweinchen, Kaninchen oder eine Katze, und setze in den Aortenanfang ein, nachdem dieses Gefäss unterhalb der Karotiden und Subklavien unterbunden ist. Es gelingt alsdann an der frischen Leiche (allerdings unter einigem Verlust an Injektionsmasse) bei vorsichtiger Führung der Spritze die Erfüllung leicht. Nur den Moment richtig zu treffen, wo die Prozedur abzubrechen ist, bietet eine gewisse Schwierigkeit dar. Hat man eine weisse Ratte oder ein derartiges Kaninchen benutzt, so giebt die vollständige Injektion des Augapfels einen Maassstab. — Zur Füllung der oberen Rückenmarkshälfte bindet man die Aorta beim Durchtritt durch das Diaphragma ab, und verfährt im Uebrigen ganz in gleicher Weise. Tief rother Karminleim bildet die beste Injektionsmasse. Zum Erhärten dient Alkohol und zum nachherigen Färben der Schnitte eine Hämatoxylinlösung. Will man ersteres mit Chromsäure erzielen, so ist Berliner Blau und zur nachfolgenden Tinktion essigsaure Karminlösung vorzuziehen.

In den Zentralorganen werden die Blutgefässe von einer bindegewebigen Adventitia lose umhüllt, und in dem so entstandenen Zwischenraume strömt nach einer interessanten Angabe von His die Lymphe. Es gelingt leicht durch die Einstichsmethode jenen Scheidenraum zu erfüllen. — Auch um die Blutgefässe der Pia mater zeigt sich eine ähnliche Scheidenformation (perivaskulärer Raum von His).

Genauere Untersuchungen über die serösen und lymphatischen Räume des Gehirns und Rückenmarks, zum Theil mit abweichenden Ergebnissen, haben in neuester Zeit Key und Retzius angestellt. Sie injiziren gefärbte Flüssigkeiten mit konstantem niederem Druck unter die Dura mater oder Arachnoiden.

Eine weitere Schwierigkeit bringt endlich in die Durchforschung der Zentralorgane des Nervensystems die Unterscheidung zwischen bindegewebiger Gerüstesubstanz (Neuroglia) und nervösen Formbestandtheilen. Während man vor längeren Jahren von der stillschweigenden Voraussetzung ausging, dass eben Alles, was im Hirn und Rückenmark vorkäme, auch nervöser Natur sein müsse, ist dann später durch Bidder und seine Schüler das ausgedehnte Vorkommen einer bindegewebigen Substanz, welche die nervösen Gewebeelemente eingebettet enthält, mit Recht behauptet worden, freilich auch mit gewissen Uebertreibungen.

Es handelt sich im Gehirn und Rückenmark wiederum um eine jener unentwickelten retikulären Bindesubstanzen, wie man sie in neuer Zeit vielfach im menschlichen Körper beobachtet hat, um eins jener Netz- und Fachwerke mit Zellenkörpern in einzelnen Knotenpunkten.

Dasselbe ist in der weissen Masse von einem derberen Bau, und erscheint auf Querschnitten jener als ein Netzwerk mit einzelnen Kernen und rundlichen Oeffnungen zur Aufnahme der Nerven (Fig. 185).

Reichlicher entwickelt, aber weit feinmaschiger, zeigt sich das retikuläre Bindegewebe in der Rindenschicht der weissen Masse, welche kontinuirlich in die Pia mater übergeht.

Ebenfalls ausserordentlich zart und vielfach höchst feinmaschig erscheint die netzförmige Gerüstesubstanz der grauen Masse des Rückenmarks. Auch sie mit deutlichen strahligen Bindegewebszellen tritt nach einwärts in dem sogenannten zentralen Ependymfaden massenhaft entwickelt hervor.

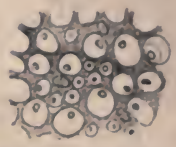


Fig. 185. Die bindegewebige Gerüstesubstanz aus dem Hinterstrang des menschlichen Rückenmarks.

Auch im Gehirn kommt eine derartige Stützsubstanz sicher vor, obgleich sie weniger gekannt ist (Fig. 186). In der grauen Substanz der Rinde nimmt das mit Kernen in Knotenpunkten versehene Netzwerk eine unendliche Feinheit und Zartheit der Fäserchen und Maschen an, so dass seine Existenz von manchen Seiten her ganz in Abrede gestellt worden ist.

Zur Erkennung dieser — auch für den Pathologen hochwichtigen — Gerüstmasse dienen solche Mazerationsmethoden, nach Art der von Deiters (S. 207) angegebenen. Auch der Einwirkung des salpetersauren Silberoxyd auf Segmente des frischen Gewebes mit nachherigem Zusatz von Glycerin hat man sich mit Erfolg bedient (Frommann); ebenso der Osmiumsäure.

Zur Unterscheidung der Neuroglia der grauen Substanz gegenüber dem hier gleichfalls vorkommenden feinsten Nervenfasernetze empfiehlt Gerlach die beiden, oben (S. 211) erwähnten Behandlungsweisen mit Goldchloridkalium und Karmin. Nur die nervösen Elemente, nicht aber die bindegewebigen, färben sich. Für die Diagnose nervöser und bindegewebiger Zellen in jener fehlt es leider zur Zeit noch an einem passenden Reagens.

Fig. 186. Poröses Gewebe der grauen Substanz des Cerebellum vom Menschen; mit höchst verdünnter Chromsäure gewonnen.

Geschwulstartige Neubildungen der erwähnten Gerüstsubstanz kommen in den Zentralorganen und der Retina vor. Man hat sie Gliome genannt (Virchow).

In jener Gerüstesubstanz kommt es nach dem Tode in Folge der Zersetzung, aber auch unter abnormen Verhältnissen schon während des Lebens, zur Abscheidung eigenthümlicher, in neuerer Zeit vielfach besprochener Gebilde, der sogenannten Amyloidkörperchen, Corpuscula amylacea (Fig. 187).

Fig. 187. Amyloidkörperchen aus dem menschlichen Gehirn.

Dieselben bei einer verschiedenen Grösse erscheinen als kuglige, ovoide oder auch doppelbrodartige Gebilde, an welchen man wenigstens häufig ein deutlich geschichtetes Ansehen unter dem Mikroskop erkennt. Sie erinnern in diesen Bildern sehr an Amylonkörner, mit welchen man sie auch verwechselt hat. Ihre Reaktion kann diejenige des Amylon sein, eine Bläuung durch Iodlösung. Andere nehmen dagegen bei der Einwirkung von Iod und Schwefelsäure (s. oben S. 79) eine violette Farbe an, und erinnern an Cellulose.

Noch sei bemerkt, dass auch in vielen andern Körpertheilen ähnlich reagirende Massen auftreten können, und dass man in neuerer Zeit darauf hin eine Amyloiddegeneration angenommen hat.

Da wir einmal bei chemischen Materien angekommen sind, wollen wir auch noch sogleich des sogenannten Myelin gedenken. Es erscheint unter dem Mikro-

skop in Gestalt doppelrandiger tropfen- und klumpenartiger Massen, und kommt ebenfalls nicht auf das Nervensystem beschränkt vor.

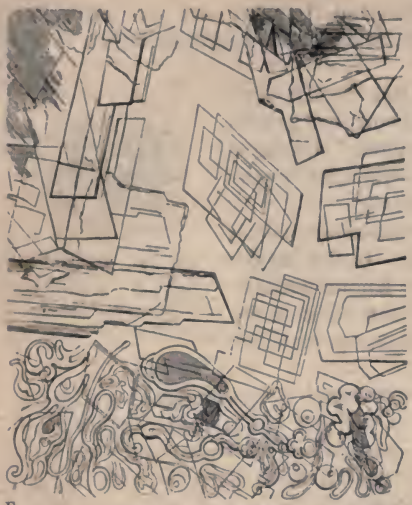


Fig. 188. Krystalle des Cholestearin und Abscheidungen des sogenannten Myelin.

Unsere Fig. 188 kann uns in ihrer unteren Hälfte von dieser optischen Beschaffenheit jener Substanz eine Vorstellung gewähren. Der obere Theil der Zeichnung wird dagegen eingenommen von den Krystallen des sogenannten Cholestearin, einer eigenthümlichen, durch den Thierkörper weit verbreiteten Substanz (welche später auch durch Beneke und Kolbe in der Pflanze entdeckt worden ist). Dieses Cholestearin bildet einen Bestandtheil der Nervensubstanz, kommt freilich in sehr geringer Menge im Blut, reichlicher in der Galle (und besonders in Gallensteinen), ebenso, mit Ausnahme des Harns, auch in den meisten andern thierischen Säften vor; endlich tritt es in pathologischen Flüssigkeiten und Geschwülsten, auf und hat die Bedeutung eines Zersetzungsproduktes.

Es erscheint in sehr zierlichen, dünnen, rhombischen Tafeln (mit spitzen Winkeln von 79° 30′, aber auch 87° 30′, ja nur 57° 20′), und ist meistens so leicht kennbar. Ebenso zeigt es gewisse charakteristische Reaktionen. Setzt man den Krystallen unseres Stoffes unter dem Mikroskop ein Gemenge von 5 Theilen Schwefelsäure (von 1,85 spez. Gew.) und 1 Theil Wasser zu, so entsteht ein eigenthümlicher Farbenwechsel. Die Ränder der Tafeln werden karminroth, dann unter einer beginnenden Auflösung zu Tropfen violett. Wendet man Iod und Schwefelsäure an, so nimmt reines Cholestearin ein blaues, verunreinigtes ein violettes, röthliches oder auch missfarbiges Kolorit an. Das Ganze gewährt ein hübsches mikroskopisches Bild, ist aber in der Regel, da meistens die Krystallform zur Erkennung des Cholestearin vollkommen ausreicht, ohne allen praktischen Werth.

Wir haben endlich noch der für die Erkennung der Nervenendigungen zur Zeit üblichen Untersuchungsmethoden zu gedenken.

Dieselben sind je nach der Beschaffenheit der in Frage kommenden Theile sehr verschiedener Art, indem neben dem Durchmustern des möglichst frischen und veränderten Organtheiles noch eine Unzahl verschiedener Methoden, je nach den Körpertheilen zur Verwendung kommen.

Beginnen wir mit der Endigungsweise der motorischen Nerven, und zwar derjenigen in den quergestreiften Muskeln.

Es ist hier zunächst das dem eben getödteten Thiere entnommene Gewebe zu verwenden, da gerade vor Eintritt der Todtenstarre die Muskelfäden eine beträchtliche Durchsichtigkeit darbieten, welche sie bald gegen eine trübere Beschaffenheit vertauschen. Bei derartigen Beobachtungen wird das Objekt entweder ohne alle Zusätze untersucht, und nur mit einem dünnen Glasplättchen bedeckt (das man höchstens, um eine glatte Oberfläche zu erzielen, sehr vorsichtig etwas andrücken darf), oder unter Beigabe indifferenter Flüssigkeiten. Indessen eignen sich zu solchen Beobachtungen nur einzelne, besonders dünne, membranöse Muskeln.

Die Augenmuskeln kleiner Säugethiere und unter ihnen auch der Retractor bulbi (Katze), sowie der Psoas jener, ferner die platten Muskeln, welche beim Frosch vom Zungenbein zum Unterkiefer treten, und der Hautbrustmuskel dieses

Thieres, die sehr kurzen Schwanzmuskeln der Eidechse etc., können mit Nutzen verwendet werden.

So gelingt es denn auch beim Frosche, an passenden Objekten ohne Mühe Bilder nach Art unserer Fig. 189 zu erhalten, die Theilung der dunkelrandigen Primitivfasern in markhaltige Aeste und die fortgehende Zerspaltung in feinere dunkle Zweige zu verfolgen, bis endlich blasse feine Endzweige an den Muskelfäden zu endigen scheinen. Und in der That glaubte man Jahre lang hier zu den letzten Terminalästen vorgedrungen zu sein.

Eine Reihe in der letzten Zeit vorgenommener Untersuchungen lehren, dass diese früheren Ansichten jedenfalls unhaltbar sind, und dass die Nervenverbreitung über jene angeblichen Terminalzweige hinaus statt findet. Die Ergebnisse der von Kühne, Margo, Kölliker, Rouget, Krause, Engelmann u. A. angestellten Beobachtungen gehen indessen aus einander. Doch lässt sich nach unbefangenen Prüfungen nicht mehr bezweifeln, dass der Nerv des Sarkolemma durchbohrt (wobei sein Neurilem in letzteres übergeht), und unter demselben in einer kernführenden feinkörnigen plattenartigen Masse sein Ende nimmt. Diese letztere geht aber an ihren Rändern und der Innenfläche ununterbrochen in die Fleischmasse des Muskelfadens über (Rouget, Engelmann).

Die betreffenden Terminalgebilde, welche man mit dem Namen der »Endplatten« passend bezeichnet hat, zeigt unsere Fig. 190 aus dem Psoas des Meerschweinchens links im Profil, rechts von oben her. Bei Säugethieren, wo sie wohl ausgebildet erscheinen, besitzen die Endplatten ein im Mittel zwischen 0,004 bis 0,0060mm wechselndes Ausmaass. Die Zahl ihrer Kerne schwankt zwischen 4, 6, 10 und 20.

Bei den niederen Wirbelthieren vereinfacht sich die Endplatte mehr und mehr.

Indessen, wie neuere Untersuchungen (Kühne, Engelmann) gezeigt haben, ist in jener Endplatte noch nicht das ganze Verhältniss wiedergegeben. Passende Profilansichten lehren, dass der Axenzylinder unter Theilung zu einer baumförmigen Figur in dem Aussentheil der Endplatte sich verbreitert. Unter ihm »wie eine Sohle« liegt die granulirte, kernführende Masse.

Die meisten Hülfsmittel, deren man sich zur Zeit bedient hat, sind einmal darauf

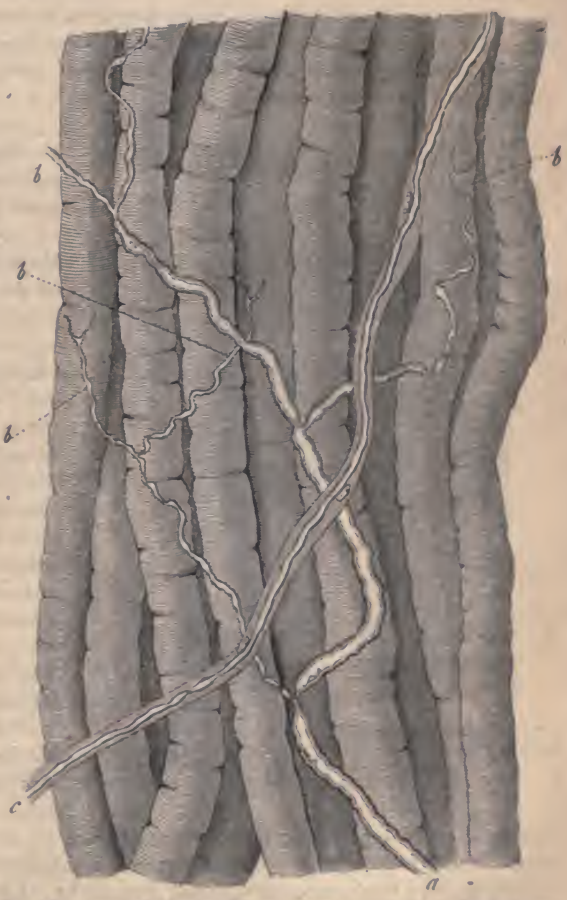


Fig. 189. Ausstrahlung der Nerven in den willkürlichen Muskeln vom Frosche. Eine Nervenfaser *a* ohne Neurilem mit mehrfach sich wiederholender Theilung bis zu einigen feineren Aesten *bb*; *c* eine Nervenfaser mit einem Neurilem einfachster Art ohne Theilung.

berechnet, dem ganzen Muskel oder wenigstens einem Theil desselben eine möglichst grosse Durchsichtigkeit zu verleihen, um so die Ausbreitung der Nervenfasern besser verfolgen zu können, als es das unveränderte Gewebe gestattet, dann zweitens, die quergestreiften Muskelfäden unter möglichster Schonung isolirt, von ihrem interstitiellen Bindegewebe befreit, der Beobachtung zu unterwerfen.

Zum ersteren Zwecke sind Alkalien unbrauchbar, sehr gut dagegen verschiedene Säuren in hochgradiger Verdünnung.

Kölliker empfiehlt 8, 12—16 Tropfen des Acidum acet. concent. der bayerischen Pharmakopoe von 1,045 spez. Gewicht mit Wasser auf 100 Kcm. zu verdünnen und in demselben den Brusthautmuskel des Frosches $1^1/_2$—2 Stunden lang einzulegen, nach welcher Zeit er glasartig durchsichtig werden soll. Ich habe mit 1—2 Tropfen Essigsäurehydrat auf 50 Kcm. Wasser das gleiche Resultat erzielt. Auch für die Muskeln anderer Thiere erweist sich hochverdünnte Essigsäure sehr brauchbar (Engelmann) — und auch ich möchte jener Säure für derartige Zwecke den ersten Rang einräumen. — In einer Essigsäure von 1—2 % können alsdann derartig aufgehellte Muskeln einige Zeit lang aufbewahrt werden.

Ebenfalls ist die Salzsäure von 0,1 % ein zweckmässiges Reagens. Nach 8—12 Stunden bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur hat sie den Muskel in einen ähnlichen Zustand versetzt.

Auch die Salpetersäure von der gleichen Konzentration wie die Chlorwasserstoffsäure mit 24stündiger Einwirkung ist brauchbar.

Behandlungen mit Höllenstein empfiehlt uns Cohnheim, ebenso mit Goldchlorid, wo Krause beistimmt.

Fig. 190. Zwei Muskelfäden aus dem Psoas des Meerschweinchens. *a b* die Primitivfasern und ihr Uebergang in die beiden Endplatten *e f*; *c* Neurilem übergehend in das Sarkolemma *g g*; *h* Muskelkerne.

Indessen auch die noch lebenden Muskelfasern, glücklich auf mechanischem Wege isolirt, geben oft die bezeichnendsten Bilder.

Zur weiteren Isolirung der Muskelfäden (natürlich in möglichst schonender Weise) haben wir von Kühne gute Vorschriften erhalten.

Derselbe vermöchte durch das schon oben S. 191 beim Muskelgewebe erwähnte Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali zwar sehr hübsch die Muskelfäden mit der ansitzenden Nervenfaser zu isoliren; aber die weitere Verbreitung der letzteren liess sich nicht ermitteln. Dagegen bildet die gleichfalls schon von uns besprochene Behandlung mit höchst verdünnter Schwefelsäure und der nachfolgenden Digestion in Wasser ein sehr zweckmässiges Verfahren.

Krause empfiehlt ferner die Muskeln mehrere Tage lang in Essigsäurelösung von 33 % einzulegen, und dann die Fäden durch vorsichtiges Zerzupfen aus dem gequollenen Bindegewebe zu isoliren. Auch das Einlegen in eine 2 %ige Solution des chromsauren Kali lieferte ihm taugliche Präparate mit nachfolgender Essigsäureeinwirkung von 25 %. Ferner rühmt er Sublimatlösungen von 0,3—0,5 %, welche nachträglich mit der gleichen Säure behandelt werden, und endlich Schwefelsäure von 0,1 %.

Um die baumförmige Ausbreitung der Nervenfaser in der Endplatte zu sehen, empfehlen sich weniger die so leicht zersetzlichen Gebilde der Warmblüter, als die beschuppter Amphibien. Eine Eidechse oder eine Ringelnatter, 24 Stunden vorher durch Zerstörung des Zentralnervensystems getödtet, liefert mit Zusatz einer Kochsalzlösung von 0,5 % sehr bezeichnende Ansichten (Engelmann).

Die Endigungsweise der Nervenfasern in der glatten Muskulatur ist bei weitem schwieriger zu verfolgen als in dem quergestreiften Gewebe, und unsere Kenntniss desshalb hier eine ganz unsichere. Als passendste Untersuchungsobjekte gelten zur Zeit die breiten Mutterbänder des Kaninchens (Frankenhäuser), sowie die Harnblase und kleinen Arterien des Frosches (Klebs, Arnold). Man hat hochverdünnte Essig- und Chromsäure hier zu versuchen. Klebs empfiehlt eine mit schwefliger Säure versetzte 5 %ige Rohrzuckerlösung und nachträgliches Einlegen in phosphorsaures Natron, Frankenhäuser hochverdünnte Chromsäure $^1/_{37}$—$^1/_{50}$ % oder auch Essigsäure von 20 % Sehr genaue Vorschriften verdanken wir endlich Arnold. Man lege die Objekte 2—4 Minuten in 4 Kcm. einer Essigsäure von 0,5—1 % und dann noch $^1/_2$ Stunde weiter in die gleiche Menge einer Chromsäure von 0,01 %. Auch die Behandlung quergeschnittener gefrorner Muskeln mit Chlorgold- und Chromsäurelösungen fand jener Forscher zweckmässig. Die Vergoldung mit der Modifikation von Hénocque (S. 98) ist aber die beste der Methoden.

Nach den Untersuchungen von Frankenhäuser und Arnold ist die Endigung aber eine ganz eigenthümliche. Jene Nerven bilden mehrfache Geflechte. Ein sekundärer Plexus dieser Art liegt der Muskelschicht dicht an (Fig. 191). Er besteht aus feinen, blassen, kernführenden Fäden. Von ihm entspringen noch dünnere Fasern, um ein neues engmaschiges Netzwerk zu bilden, dessen höchst feine Endfibrillen in dem Nukleolus der kontraktilen Faserzelle endigen sollen. Unsere nebenanstehende Figur wird dieses Verhältniss dem Leser versinnlichen können. Doch ist in neuerer Zeit die Richtigkeit jener Angaben wieder sehr fraglich geworden. Engelmann konnte keine Spur dieser Endigungsweise bei einer Nachprüfung sehen — und wir sind ebenfalls nicht glücklicher gewesen. Auch Klein sah kürzlich nur ein sehr enges Endnetz.

Fig. 191. Angebliche Nervenendigung in der Muskelhaut einer kleinen Arterie des Frosches nach Arnold.

Interessante Objekte bieten dann dem Mikroskopiker die in älterer und neuerer Zeit vielfach durchmusterten Nerven der Hornhaut des Auges dar. Dieselben verlieren sehr bald nach ihrem an der Peripherie der Cornea geschehenden Eintritt die Markscheide, werden blass und bilden einen das Hornhautgewebe durchziehenden Plexus sehr feiner Fibrillen mit kernführenden Anschwellungen der Knotenpunkte. Von diesem Netzwerke treten nun nach zwei Richtungen Nervenfasern ab, von welchen die einen im Hornhautgewebe selbst endigen, während die andern nach Durchbohrung der vorderen homogenen Grenzschicht (Hoyer) im Epithel ihr Ende finden (Cohnheim).

Zur Untersuchung verwendet man natürlich den Theil aus einem eben getödteten Thiere. Man kann hier, z. B. bei einer Froschhornhaut, so verfahren (Kühne), dass man eine spitze Messerklinge dicht neben dem Sklerarande einsticht, den her-

vorquellenden Humor aqueus mit einer Pipette aufsaugt, die Cornea mittelst einer scharfen feinen Scheere rasch lostrennt, und mit der geringen Menge Humor aqueus, welcher in der Pipette befindlich ist, auf einen Objektträger bringt. Das Ganze kommt dann in die früher (S. 61) geschilderte feuchte Kammer, um Stunden lang unter dem Mikroskop zu verweilen, und hierbei nicht allein den Nervenverlauf, sondern noch mancherlei merkwürdige Dinge in schonendster Weise allmählich zu enthüllen.

Das erwähnte Verfahren mit geringen Modifikationen kann natürlich auch für andere Thiere benützt werden. Im Allgemeinen empfehlen sich die Hornhäute kleinerer Thiere, der Maus und Ratte, des Eichhörnchens. Man nimmt sie mit Erhaltung einer schmalen Zone der Sklera heraus, und wird dann meistens in der Richtung der Radien mehrfach einzuschneiden genöthigt sein.

Will man Reagentien verwenden, so empfiehlt sich hier zunächst in hoher Verdünnung die von Kölliker für die Muskelnerven (S. 216) empfohlene Essigsäure (Müller und Saemisch). Schon nach 10—15 Minuten lässt sich das Epithelium mittelst der Pinzette abheben, während für die Nervenuntersuchung eine wenigstens mehrstündige Einwirkung des Reagens erforderlich ist. Günstig ist ebenfalls die Wirkung einer sehr verdünnten Chromsäure (0,1—0,01%), welcher man 0,25% Kochsalz zusetzen kann, wenigstens beim Frosch (Kühne).

Ueber die Endigung der Hornhautnerven im eigentlichen Kornealgewebe ist noch kein sicheres Resultat gewonnen worden. Man hat eine Verbindung der Endfibrillen mit den Zellenfortsätzen der strahligen Hornhautkörperchen angenommen (Kühne), man hat von einem Endigen im Nukleolus letzter Elemente berichtet (Lipmann, Lavdowsky), während Andere jede Verbindung mit der Hornhautzelle läugnen (so z. B. Rollett, Klein).

Um das Eindringen der (höchst feinen) Nervenfasern in das Epithel der Bindehaut zu erkennen und so die schöne Entdeckung Cohnheim's zu bestätigen, greife man zum Goldchlorid (S. 97), und verwende die Augen von Meerschweinchen und Kaninchen (Fig. 192). Die Cornea des Frosches zeigt übrigens ohne Reagentien beim Verweilen in der feuchten Kammer schon ihre epitheliale Nervenausbreitung (Engelmann).

Fig. 192. Die Hornhaut des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt nach Behandlung mit Chlorgold. *a* die älteren, *b* die jungen Epithelialzellen der Vorderfläche; *c* Hornhautgewebe; *d* ein Nervenstämmchen; *e* feinste Primitivfasern; *f* ihre Ausbreitung und Endigung im Epithel.

So hätten wir also in sicherster Weise ein Eindringen und Endigen feinster Nervenfasern in einer Epithelialschicht kennen gelernt.

Noch manche andere Beobachtungen verwandter Natur liegen aus neuer und neuester Zeit vor.

So berichtet uns Hensen, dass er am Schwanze der Froschlarven Terminalzweige der Hautnerven in Gestalt unendlich feiner Fädchen in den Kernkörperchen der Epidermoidalzellen habe endigen sehen. Gleiches giebt kürzlich Lipmann für die Plattenepithelien an der Hinterfläche der Cornea des Frosches an. Er bediente sich des Goldchlorid. Andere konnten diese Beobachtungen (welche eine Parallele mit den kontraktilen Faser- und Hornhautzellen ergeben würden) nicht bestätigen. Langerhans — wiederum mit Hülfe der Vergoldungsmethode — fand, dass in der menschlichen Lederhaut Ausläufer blasser Nervenfasern zwischen die Zellen des Malpighi'schen Schleimnetzes vordringen, hier wahrscheinlich in kleine strahlige Zellen sich einsenken, deren nach oben gerichtete Fortsätze dann unter der Hornschicht mit leichten Anschwellungen endigen sollen.

Zur Erforschung der ächten Endnetze feiner markloser Nervenfasern, welche man in der letzten Zeit mehrfach beobachtet hat, dient besonders die Vergoldungsmethode.

Um die so zahlreichen Nerven der Zahnpulpa zur ersten Anschauung zu bringen, zertrümmere man einen der grossen Schneidezähne des Kaninchens, und untersuche in Iodserum. Die feinsten Endfibrillen (welche wohl in einen Theil der Zahnröhrchen eindringen), beobachten sich schwer. Goldchlorid und Osmiumsäure leisten nichts (Boll). Noch am zweckmässigsten sind Lösungen der Chromsäure.

Wir behandeln, von den höheren Sinnesnerven vorläufig absehend, hier nur die sogenannten Endkolben, die Tast- und Pacini'schen Körperchen, merkwürdige in den letzten Dezennien aufgefundene und näher untersuchte Terminalgebilde.

Die Endkolben, deren Kenntniss wir Krause verdanken, versinnlicht die Zeichnung Fig. 193. Bekanntlich sind sie bei den Säugethieren (1. *a*) von eiförmiger Gestalt, während ihnen bei dem Menschen (2. *a*) eine mehr kuglige zukommt. Sie gehören vorzugsweise gewissen Schleimhäuten an, können jedoch auch in der äusseren Haut vorkommen.

Man wählt zu ihrer Untersuchung die Bindehaut des Augapfels, bedient sich am zweckmässigsten des ganz frischen warmen Auges eines eben getödteten Schlachtthieres, eines Kalbes oder Schweines, wobei Stücke der vorsichtig vom darunter gelegenen Bindegewebe befreiten Konjunktiva ohne Zusätze durchsucht werden, und bei einiger Ausdauer die betreffenden Gebilde durch ihr helles Ansehen in dem Bindegewebe zu erkennen sind. Schwierigkeiten hat indessen eine derartige Beobachtung stets.

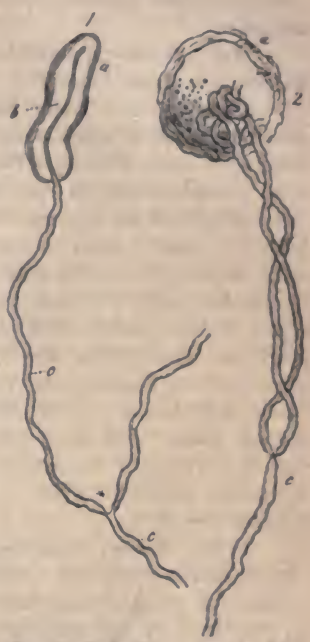


Fig. 193. Endkolben. 1 aus der Konjunktiva des Kalbes. *a* Kolben; *c* die markhaltige, bei * sich theilende Nervenfaser; *b* ihr blasses Endstück. 2 vom Menschen.

Krause hat uns dann mit einem guten Hülfsmittel bekannt gemacht, welches namentlich bei nicht mehr ganz frischen Organen, also beim Menschen, anzuwenden ist: es besteht dieses in einem mehrere Tage bis eine Woche umfassenden Einlegen in gewöhnlichen Essig. In dem aufgehellten Gewebe bemerkt man in zierlicher Weise die Anordnung der Nerven, und findet einzelne Nervenfasern in die jetzt getrübten und dunkelrandigen Endkolben eintreten. Die blassen Endfasern lassen sich jedoch bei dieser Methode nicht mehr gewahren. Ersetzt kann letztere durch verdünnte Essigsäure werden; auch ein Essigsäure-Alkoholgemisch leistet brauchbare Dienste, wie endlich die Karmintinktion mit Vortheil zu verwenden ist.

Fig. 194. Zwei Gefühlswärzchen aus der Volarfläche des Zeigefingers mit den Tastkörperchen und deren Nerven.

Die Tastkörperchen (Fig. 194), welche an gewissen Stellen der äusseren Haut erscheinen (der Volarfläche der Finger und Zehen, der Hohlhand und Fusssohle etc.). kommen daselbst in einem Theile der Gefühlswärzchen der Cutis eingelagert vor, und stellen ebenfalls ziemlich schwierige Untersuchungsobjekte dar.

Gelingt es auch mit passender Behandlungsweise, die Gebilde bald zu erkennen, ebenso sich von ihrer bindegewebigen Natur zu überzeugen, sowie davon, dass die länglichen querstehenden Körperchen ihrer Oberfläche nicht nervöse Gebilde sind, wofür sie Manche erklären wollten, so bietet die Ermittelung der Nervenendigung zur Zeit noch die grössten Schwierigkeiten dar. Nach Grandry sollen die Fasern mit Knöpfchen aufhören und immer mehrere der letzteren in einer Papille vorkommen.

Man hat verschiedene Untersuchungsmethoden bei der Beobachtung der Tastkörperchen bisher benutzt.

Die möglichst frische Haut des Menschen ausgespannt erlaubt, mit einer sehr scharfen Messerklinge ziemlich dünne Vertikalschnitte zu entnehmen. Diese bedürfen bei ihrer fibrillären Beschaffenheit weiterer Aufhellungsmittel, und als solche sind besonders zwei in Anwendung gekommen, eine bald mehr konzentrirte, bald mehr diluirte Natronlauge und die verdünnte Essigsäure. Erstere gewährt recht hübsche, freilich auch sehr vergängliche Bilder. Dünne Schnitte, in ein Uhrgläschen eingelegt, quellen nach einiger Zeit stark auf, und gestatten alsdann die Epidermoidalschicht abzuziehen. Etwa noch zurückgebliebene Reste des Malpighi'schen Schleimnetzes entfernt man durch Abpinseln, und untersucht bei einer stärkeren Beschattung des Sehfeldes, unter Umständen auch mit Anwendung eines Tropfens der Essigsäure. Andere Forscher haben der verdünnten Essigsäure überhaupt den Vorzug vor der Natronlauge gegeben, und in der That kann nicht in Abrede gestellt werden, dass manches Detail der Tastkörperchen und namentlich des Nervenlaufes an und in denselben durch das Reagens bequemer zur Anschauung gebracht wird. Hübsche Ansichten gewähren derartige mit Karmin tingirte Schnitte.

Frische Haut, etwa diejenige der Fingerspitzen, kann, vorsichtig getrocknet, an vertikalen Schnitten ebenfalls brauchbare Anschauungen liefern, um so mehr, wenn man die Karmintinktion zu Hülfe nimmt. Um die beiderlei Gefühlswärzchen in der Haut zu unterscheiden, eignen sich entweder derartig behandelte passende Hautstellen mit natürlicher Injektion, oder nach Einspritzung von Berliner Blau. Chromsäure-, selbst Weingeistpräparate zeigen mitunter recht hübsche Tastkörperchen.

Auch Querschnitte durch den in Weingeist oder Chromsäure erhärteten Papillarkörper der Haut mit Karmin tingirt können nicht entbehrt werden.

Fig. 195. Pacini'sches Körperchen aus dem Mesenterium einer Katze. *a* Nervenfaser; *b* die Kapseln; *c* der blassrandige Terminalfaden der Nervenröhre.

Gerlach hat uns schon vor Jahren mit einer andern Methode bekannt gemacht. Ein der Volarfläche der Finger entnommenes Hautstückchen wird auf einen Augenblick in heisses, dem Sieden nahes Wasser gebracht. Hierauf zieht man die Epidermis ab, und entfernt noch etwa zurückgebliebene Reste derselben durch ein Bürstchen. Das Hautstückchen wird alsdann einige Tage lang in einer Lösung des chromsauren Kali erhärtet. Nun entnimmt man mit dem Rasirmesser die Querschnitte der Papillen, die mit Wasser verdünnt unter das Mikroskop kommen. Zur Aufhellung dient starke Essigsäure. Man erkennt dann die Querschnitte der Nervenfasern im Innern der Tastkörperchen. Um eine Verwechslung mit querdurchschnittenen Kapillargefässen zu vermeiden, bediene man sich der injizirten Haut.

Indessen alle diese Untersuchungsweisen einer früheren Zeit versagen bei ihrer Rohheit den Dienst,

wenn es sich um die Nervenendigung handelt. Hier ist die Gefrierungsmethode in Verbindung mit Metallimprägnationen, wie Goldchlorid, Osmiumsäure und Chlorpalladium, noch das Meiste versprechend.

Es bleiben endlich noch die merkwürdigen Pacini'schen oder Vater'schen Körper (Fig. 195) übrig, die komplizirteste Form jener Terminalkörperchen sensibler Nerven.

Zu ihrer Beobachtung wählt man am zweckmässigsten das Mesenterium der Katze, wo sie sogleich in das Auge fallen, und mit einer geringen Präparation isolirt bei Anwendung indifferenter Flüssigkeiten uns treffliche Bilder darbieten, welche den Bau, die konzentrischen Kapseln (*b*), den eintretenden Nerven (*a*) mit dem blassen Terminalfaden (*c*) leicht erkennen lassen. Letzterer zeigt auch hier eine deutliche Zusammensetzung aus Primitiv- oder Axenfibrillen, wie Grandry fand und Schultze, Michelsen und Ciaccio bestätigen. Vorherige Injektion mit kaltflüssigen transparenten Massen ist ein gutes Hülfsmittel; ebenso kann man zur diluirten Essigsäure und zur Tinktion greifen.

Dünne Chromsäure oder entsprechende Lösungen des chromsauren Kali können zur Aufbewahrung und Untersuchung ebenfalls verwendet werden. Weniger zweckmässig finde ich Essigsäure-Alkoholgemische. Scharfe Nadeln und das einfache Mikroskop dienen zum Ablösen der Kapseln. Die Versilberung zeigt übrigens an ihnen die bekannte Mosaik.

Die Pacini'schen Körperchen des Menschen erhält man ohne grosse Mühe durch Präparation der Hautnerven der Handfläche und Fusssohle. Die Untersuchungsmethoden bleiben die gleichen wie bei der Katze.

Die Texturverhältnisse des Nervensystems beim Fötus und die Entstehungsgeschichte der Formelemente sind zur Zeit noch keineswegs mit wünschenswerther Sicherheit gekannt. Man verwende möglichst frisch eingelegte, in dünnen Lösungen der Chromsäure oder des chromsauren Kali langsam und schwach gehärtete Embryonen unserer Haussäugethiere oder des Huhnes.

Für peripherische Nerven der Fötalperiode erhält man leicht manche bezeichnende Ansicht an frischen Larven der Frösche und Salamander. Man kann sich hier neben Höllenstein- und Chlorgoldbehandlung (Ebberth) eines von Hensen angegebenen, ganz vortrefflichen Verfahrens bedienen. Man taucht die Larve 20 bis 50 Sekunden lang in eine Chromsäurelösung von 3—4%, und wirft sie dann hinterher noch lebend in Brunnenwasser. Jetzt oder erst nach einer halben Stunde lässt sich die Epithelialmasse des Schwanzes durch Abpinseln entfernen. Ebberth empfiehlt für den gleichen Zweck, die Froschlarven für eine halbe bis ganze Stunde in eine schwache Höllensteinlösung (6 Centigrms auf 150 Grms) zu bringen. Indessen bei der grossen Zartheit und Veränderlichkeit der Gewebe werden hier immer die schonendsten Methoden die besten bleiben.

Etwas stärker erhärtete Embryonen gestatten gute Präparate über die Strukturverhältnisse des wachsenden Rückenmarks und Gehirns. Die Formveränderungen des ersteren, ebenso der Spinalknoten mit vorschreitender Entwicklung, lassen sich leicht erkennen. Auch hier verdienen Chromsäure und doppelchromsaures Kali dem Weingeist entschieden vorgezogen zu werden. Querschnitte mit Zuhülfenahme der Karmintinktion reichen für die ersten Anschauungen aus.

Was die Hüllen der Zentralorgane angeht, so untersucht man Arachnoidea und Pia mater am besten frisch mit Benutzung der für bindegewebige Theile üblichen Reagentien.

Die zahlreichen Kapillaren mit den sich anreihenden kleinen arteriellen und venösen Stämmchen lassen letztere Membran im Uebrigen für Gefässstudien sehr geeignet erscheinen. An passenden Objekten kann man (wie auch an mechanisch isolirten Gefässen der Nervensubstanz) leicht erkennen, dass die Bildung des Tuberkels in der Adventitia beginnt. Man liess die hier befindlichen rudimentären Zellen (die sogenannten Gefässkerne) sich wuchernd vermehren. Heutigen Tages

ist eine Einwanderung der Lymphoidzellen des Blutes in jene umhüllende Schicht wahrscheinlicher geworden. Kommt es in Folge entzündlicher Reizung zur Eiterung in der Pia mater, so ist ohnehin die Auswanderung jener Lymphzellen aus dem Blutstrom auf das Deutlichte wahrzunehmen (Rindfleisch).

Die Dura mater kann frisch, getrocknet oder durch Chromsäure erhärtet untersucht werden, Methoden, welche auch für das Neurilem stärkerer Nerven zur Verwendung kommen. Die Plexus chorioidei bedürfen kaum einer besonderen Vorschrift; ihre Injektion gelingt mit derjenigen des Gehirns leicht. Schöne Ansichten verschafft uns hier das Müller'sche Gemisch (S. 81). Die kalkigen Konkretionen derselben, den sogenannten Gehirnsand (der bekanntlich auch in der Zirbeldrüse des Menschen vorkommt) studirt man unter Anwendung von Säuren und Aufhellungsmitteln, namentlich Glycerin.

Für den Hirnanhang, wo das Kalb besonders zu empfehlen ist (Peremeschko), dient die Erhärtung in Chromsäure, Müller'sche Flüssigkeit oder Weingeist. Dünne Schnitte, gepinselt und mit Karmin tingirt, liefern bald die wesentlichen Anschauungen.

Schon oben bemerkten wir, wie grosse Schwierigkeiten die Ergründung der normalen Texturverhältnisse bei den Zentralorganen des Nervensystems zur Zeit noch darbietet. Sonach werden wir begreifen, dass die zahlreichen pathologischen Veränderungen jener noch sehr dürftig gekannt und sehr wenig mit Erfolg histologisch angreifbar sind. Man pflegt anzunehmen, dass die nervösen Elemente zwar mancherlei sekundären Degenerationsprozessen, wie namentlich dem fettigen, dann auch amyloiden und kolloiden Umwandlungen unterliegen, dass aber die eigentlichen Neubildungen von dem bindegewebigen Gerüste und den Gefässen ausgehen. Indessen die Richtigkeit des ersteren Satzes ist in neuester Zeit in Zweifel gezogen worden, und in die letztere Partie greifen gegenwärtig die lymphoiden Wanderzellen in unliebsamer Weise tief ein. Im Uebrigen sind die feineren Texturverhältnisse der Gerüstemasse ungemein schwer zu verfolgen, indem gerade die für den normalen Bau üblichen Erhärtungsmethoden auf pathologischem Gebiete hier oft wenig zu leisten pflegen, so dass man häufig nur frische Objekte zu untersuchen vermag. Für bindegewebige Bildungen sollte man ganz schwache Chromsäure nach Schultze (S. 76), ebenso die Müller'sche Flüssigkeit, etwa mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, versuchen. Endlich wird die geschickte Benutzung von Tinktionsmethoden manche weitere Beihülfe gewähren.

Gute Uebersichtspräparate liefert uns nicht selten eine von Billroth geübte Methode, das 24stündige Einlegen kleiner Gehirn- und Rückenmarkstücke in ein Pulver von kohlensaurem Kali oder Chlorcalcium. Die Objekte gewinnen hierdurch meistens einen Konsistenzgrad, dass sie feine Schnitte gestatten, welche mit Wasser (oder auch dem Zusatz von Glycerin) untersucht werden müssen.

Um die fettige Degeneration der Nervenfasern, sowie die im peripherischen Stück des durchschnittenen Nerven auftretenden Texturveränderungen zu beobachten, untersuche man die so operirten Thiere in den passenden Zeitintervallen entweder ganz frisch, oder mit Benutzung der für Rückenmark und Gehirn angegebenen Lösungen der freien Chromsäure und des chromsauren Kali. Es ist diese eine der wenigen Strukturveränderungen der Nervenapparate, welche dem geübten Beobachter geringere Schwierigkeiten darbieten.

Sechzehnter Abschnitt.

Gefässe und Drüsen.

Die Untersuchungsweisen der Gefässe fallen schon, je nachdem Blut oder Lymphe die Inhaltsmasse bildet, nicht ganz gleich aus; sie wechseln ferner nach der Stärke der Röhren bedeutend. Andere Hülfsmittel sind daher zur Beobachtung der Kapillaren und feinen Gsfässchen erforderlich, andere verlangt die Erforschung der starken und stärksten Stämme.

Die feinsten Kanäle der Blutbahn (Fig. 196, *A*, *B*) stellen bekanntlich die sogenannten Haargefässe dar, verzweigte sehr dünnhäutige kernführende Röhren. Die engsten Kapillaren (*A. a. b. B. a.*), welche aber nicht an allen Stellen des menschlichen Körpers vorkommen, sind eben noch weit genug, die Blutzellen einzeln hinter einander passiren zu lassen. Bei allen Wirbelthiergruppen kehrt die gleiche Beschaffenheit wieder, natürlich modifizirt durch die Grösse der Blutkörperchen. Frösche und nackte Amphibien besitzen daher Haargefässe von weit ansehnlicherem Quermesser, als sie im menschlichen Körper getroffen werden, und die Kapillaren jener Geschöpfe eignen sich deshalb zu manchen Beobachtungen besser als die unsrigen.

Bis vor einigen Jahren lautete die fast allgemein angenommene Entwicklungsgeschichte der Haargefässe so, dass sie aus der Verschmelzung von Bildungszellen entstehen sollten, welche in einfacher Reihe zusammenstossend, sich in einander öffnen, so dass die verfliessenden Zellenhöhlen zur Kapillarröhre, die Zellenmembranen zur Gefässwand und die sich erhaltenden Kerne zur Nuklearformation der letzteren sich gestalteten.

Durch die übereinstimmenden Beobachtungen mehrerer Forscher (Hoyer, Auerbach, Eberth und Aeby) hat sich jedoch ergeben, dass die Haargefässwandung nicht in Wirklichkeit strukturlos ist, dass sie vielmehr aus der Verschmelzung ganz dünner und platter, kernführender Zellen entsteht (und also das Haargefässlumen ein Interzellulargang ist). Die Grenzlinien dieser Zellen liessen sich erst durch die Silberimprägnation sichtbar machen, und waren bis dahin völlig übersehen worden.

Es ist leicht diese wichtige Entdeckung zu bestätigen (Fig. 197 und 198). Man lasse einen Frosch, eine Maus, ein Meerschweinchen sich verbluten, und treibe hierauf durch die Gefässbahnen einen Injektionsstrom von 0,25 % Silberlösung. Auch das einfache Einlegen blutleerer Organe — wie der Retina oder Pia mater etc. von Säugethier und Mensch — führt zum Ziel. Das mit Brunnenwasser ausgewaschene Objekt wird in angesäuertem Glycerin untersucht.

Man ist in neuerer Zeit noch auf eine etwas komplizirte Gestaltung der Haargefässe mehr und mehr aufmerksam geworden, welche in den lymphoiden Organen, den Lymphknoten, Peyer'schen und solitären Follikeln, den Tonsillen, Malpighi'schen Körperchen der Milz und in der Thymus, aber auch in andern Drüsen vorkommt. Sie besteht darin, dass um die primäre Haargefässwandung herum die retikuläre Bindesubstanz jener Organe, membranartig verbreitert, eine zweite akzessorische Lage, eine sogenannte Adventitia capillaris bildet. Fig. 199. *b* kann uns hiervon eine Vorstellung gewähren. — Ferner können mikroskopische Gefässstämmchen in weiterem Abstande von einer bindegewebigen Scheide umhüllt werden (*a*), wobei der so hergestellte Raum (Lymphscheide) zur Strömung der Lymphe dient (*c*).

Zur ersten Untersuchung der Haargefässe von Mensch und Säugethier eignen sich keineswegs zahlreiche Organe. Am zweckmässigsten und deshalb auch all-

Fig. 197. Kapillarnetz aus der Lunge des Frosches mit Höllensteinlösung behandelt. *b* Gefässzellen; *a* deren Kerne.

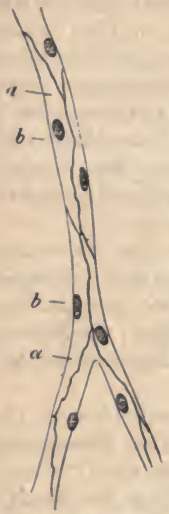


Fig. 198. Haargefäss aus dem Mesenterium des Meerschweinchens nach Einwirkung der Höllensteinlösung. *a* Gefässzellen, *b* deren Kerne.

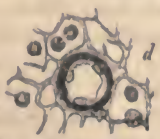


Fig. 199. Haargefässe und feine Stämmchen des Säugethieres. *a* Kapillargefäss aus dem Gehirn; *b* von einer Lymphdrüse; *c* ein etwas stärkeres Stämmchen mit einer Lymphscheide aus dem Dünndarm und *d* Querschnitt einer kleinen Arterie eines Lymphknotens.

Fig. 196. Feine Gefässe aus der Pia mater des menschlichen Gehirns. *A* ein Gefässchen, dessen Stamm *c* nach abwärts (*d*) eine doppelte Membran gewinnt und nach oben in zwei feinste Haargefässe *a* und *b* übergeht. *B* ein zweites derartiges Bild. *C* ein etwas stärkeres Stämmchen mit doppelter Membran, der inneren *a* mit längs laufenden Kernen und der äusseren *b*, welche nach einwärts quere Kernbildung erkennen lässt.

gemein empfohlen erscheinen das Gehirn, die Pia mater desselben, die Retina des erwachsenen Körpers und die lymphoiden Organe.

Um aus dem ersteren Theile bezeichnende Anschauungen zu gewinnen, erfasse man ein in der grauen Substanz eben noch sichtbares kleines Blutgefäss, und suche dasselbe durch Zerren aus jener heraus zu ziehen. Unter Wasser befreie man es alsdann durch Bepinseln von der noch anhängenden Gehirnmasse. Man wird so ein Stämmchen mit reichlicher Astbildung und zahlreichen Kapillaren als Endzweigen erblicken, und nicht allein jene feinste Gefässform, sondern auch eine Reihe von Uebergängen zu komplizirteren Gefässen studiren können. Auch die zerzupfte Pia mater liefert uns treffliche Objekte, namentlich wenn man eine Stelle wählt, welche zwischen Gehirnwindungen eine Furche auskleidet. Die Haargefässe der Retina werden in ähnlicher Weise wie diejenigen der Gehirnsubstanz behandelt.

Etwas grössere Vorbereitungen erfordern die zum Lymphsysteme gehörigen Organe, wenn wir ihre Haargefässe untersuchen wollen. Aus dem frischen Theile

würde man entweder gar keine oder nur höchst ungenügende Anschauungen gewinnen. Man hat deshalb zunächst erhärtende Vorbereitungsmethoden (Chromsäure, Alkohol etc.) anzuwenden. Dünne, dem resistenter gewordenen Gewebe entnommene Schnitte müssen alsdann durch den Pinsel von den zahllosen, das bindegewebige Maschenwerk erfüllenden Lymphkörperchen befreit werden, ehe man die gewünschten zierlichen Bilder der Haargefässe erhält.

Zur Erkennung der Kerne dient jedes gewöhnliche Präparat. Durch verdünnte Essigsäure treten jene schärfer hervor, ebenso mittelst der Karmintinktion, welche hier — gleich der Färbung mit Hämatoxylin — empfohlen zu werden verdient. Auch Goldchlorid liefert brauchbare Bilder.

In Organen mit faserigem Gefüge werden wir uns, selbst bei ansehnlichem Blutreichthum, in der Regel vergeblich nach Haargefässen umthun, wenn wir nicht besondere Hervorhebungsmittel anwenden. In dem fibrillären Gewebe verschwinden die blutleeren Kapillaren auf das Vollständigste. Man kann sich hier der bekannten Wirkung der Essigsäure bedienen, oder erst das Präparat mit Karmin färben, und dann nachträglich der Säureeinwirkung unterwerfen, was vorzuziehen ist. Drüsige Organe verlangen dagegen die Anwendung von Alkalien, wenn durch Auflösung ihrer Zellen die Kapillaren hervortreten sollen. Doch wird man nicht selten vergebliche Nachsuchungen anstellen.

Der hohe Werth transparenter Injektionen mittelst Berliner Blau oder Karmin, um Haargefässe wie stärkere Stämmchen in einem Organe sichtbar zu machen, bedarf nach dem eben Erwähnten keiner weiteren Erörterung mehr; auch Silberlösung (S. 110) kann mit Vortheil benutzt werden. Man kann aber auch eine Leimsolution von 40—60 Grms verbinden mit 20—50 Centigrms Höllenstein, welchen man vorher in wenig Wasser gelöst hat. Einen erheblichen Vortheil vor einer einfachen Silberlösung hat mir indessen diese, ursprünglich von Chrzonszczewsky herrührende Methode nicht gezeigt. In der That sollte man die geringe Mühe der Einspritzung bei derartigen Untersuchungen niemals scheuen, wie denn auch die Anordnungsverhältnisse aller Organe, sobald nur die erfüllten Haargefässe dem Auge die ersten Orientirungspunkte gewährt haben, viel verständlicher zu erscheinen pflegen.

Gelingt es, die Blutmasse in einem Gefässbezirk zurück zu halten, so können derartige natürliche Injektionen die künstlichen ersetzen. Die Präparate dürfen aber nicht mit Wasser befeuchtet werden.

Hat man einen Frosch oder Salamander zur Hand, so wird man mit Vortheil zur Vergleichung mit dem menschlichen Texturverhältnisse gewisse Körpertheile auf die Haargefässe untersuchen. Bei dem ersteren Thiere (am besten durch Aether oder Chloroform getödtet) nehme man das untere Augenlid oder einen der platten, durchsichtigen Muskeln, deren wir oben S. 214 gedacht haben; auch die Membrana hyaloidea gewährte prachtvolle Anschauungen.

Die sich anreihenden **stärkeren Gefässe** der Blutbahn zeigen bekanntlich nicht mehr jene ursprüngliche Einfachheit der Struktur, wie sie die Kapillaren besitzen. Zunächst (Fig. 196, *C*) erscheint, der primären Kapillarmembran mit Zellen und längsstehenden Kernen (*a*) umgebildet, eine zweite Lage mit zerstreut in ihr gelegenen quergerichteten Elementen der glatten Muskulatur, deren Kerne bei *b* sich zeigen. Es ist dieses das erste Auftreten einer sogenannten Tunica media s. muscularis, zu welcher allmählich in Gefässen von etwas stärkerem Kaliber die sogenannten T. cellulosa, die bindegewebige Aussenschicht sich hinzugesellt. Andere Gefässe zeigen das Epithelialrohr zunächst umgeben von einer elastischen Innenmembran, in welcher die erste Erscheinung der T. serosa vorliegt. Wiederum begegnen wir Stämmchen (und ihnen kommt in der Regel der Charakter venöser Röhren zu), welche die innerste Zellenlage, die elastische Innenmembran und die Adventitia darbieten, dagegen keine Spur einer muskulösen Mittelschicht wahrnehmen lassen. Im völligen Gegensatze ist bei arteriellen Stämmchen (Fig. 200)

die muskulöse Mittelschicht sehr entwickelt, indem die kontraktilen Faserzellen in dichter gedrängter Stellung getroffen werden.

Die Untersuchungsweisen derartiger Gefässe sind zunächst die gleichen wie diejenigen der Kapillaren. Selbst die Lokalitäten, wie die Gehirnsubstanz, die Pia mater, die lymphoiden Organe bleiben vielfach dieselben. Mit Vortheil lassen sich daneben auch die Stämmchen des Mesenterium verwenden. Man wird von Tinktionsmethoden, namentlich derjenigen mit Hämatoxylin sowie der Karminfärbung mit nachfolgender Essigsäureeinwirkung, dann von verdünnten Säuren und von Alkalien vortheilhaften Gebrauch machen. Sehr zweckmässig ist auch hier, namentlich wenn es sich um die recht variable Dicke der Gefässwandungen bei kleinen Venen und Arterienstämmchen handelt, die transparente Injektion.

Fig. 200. Ein arterielles Stämmchen ohne Epithelialbekleidung. *b* die homogene elastische Innenschicht, *c* die aus querstehenden Faserzellen bestehende mittlere, *d* die bindegewebige äussere Gefässhaut.

Das Epithelium in etwas stärkeren Stämmchen bemerkt man theils am frischen, unveränderten Objekte, oder vermöge der Silberimprägnation (s. S. 153). Um die Muskelschicht zu erkennen, empfiehlt sich die Karmintinktion, die Anwendung der Kalilaugen von 30—35 %, der 20 %igen Salpetersäure. Auch der Einwirkung des Höllensteins kann man sich bedienen, wenn man die Grenzlinien der einzelnen kontraktilen Faserzellen sichtbar machen will.

Schon hier macht sich die Brauchbarkeit noch einer andern Methode geltend, welche für die Untersuchung stärkerer und stärkster Gefässe von unersetzlicher Wichtigkeit ist, — wir meinen die Anfertigung dünner Schnitte durch die Wandung. Früher bediente man sich dazu des Trocknens. Heutigen Tages ist die Einbettungsmethode (S. 67) an die Stelle getreten.

Auch in Alkohol oder Chromsäure erhärtete Präparate ergeben schöne Durchschnitte solcher Gefässe (Fig. 199, *d*). Beale dehnt derartige Arterien und Venenstämmchen durch energisches Eintreiben ungefärbten Leimes möglichst stark aus, um dann hinterher durch die erstarrte Masse feine Querschnitte zu machen, und rühmt mit Recht die Methode besonders zur Demonstration der kontraktilen Faserzellen. Wir empfehlen hierzu besonders die Malpighi'schen Körperchen der Milz, die Follikel der Lymphknoten und die Niere, wobei man, wie schon angeführt, die geringe Mühe eines sorgsamen Auspinselns nicht scheuen darf.

Gefässe, deren Wandungen nicht mehr in ihrer Totalität von dem Mikroskop bewältigt werden können, erfordern jene Anfertigung dünner, theils longitudinaler, theils querer Durchschnitte. Das frische Gefäss kann ohne weitere Behandlung getrocknet oder eingebettet und dann unter Anwendung von Säuren und Alkalien untersucht werden, oder man kocht es vorher erst in verdünnter Essigsäure. Auch die Einwirkung der 20 %igen Salpetersäure, ebenso die Schulze'sche Behandlung mit Chlorpalladium und folgender Karminfärbung und die einfache Hämatoxylinfärbung verdienen empfohlen zu werden. Als weitere Methoden der Neuzeit heben wir noch hervor:

1) Das Schultze'sche Reagens (S. 74). Frische Gefässe werden mit chlorsaurem Kali und einer Salpetersäure von nur 20 % behandelt. Nach 10 bis 14 Tagen sind die elastischen Elemente zerstört, die muskulösen aber erhalten (Ebner).

2) Die Doppeltinktion von Schwarz mit Karmin und Pikrinsäure (S. 94).

3) Gerlach's komplizirte Tinktion (S. 95).

4) Ebner's Methode. Anilinroth (S. 91) färbt die elastischen Elemente der Gefässwandung. Tingirt man also zuerst mit Hämatoxylinlösung und dann mit Fuchsin, so entstehen interessante (leider vergängliche) Bilder, wie ich aus eigenen Erfahrungen weiss.

Die verschiedenen Schichtungen elastischer Membranen, bindegewebiger und muskulöser Lagen werden nach diesen verschiedenen Methoden auf das Deutlichste sichtbar. Man gewinnt über die Entwicklung der Muskellagen in mittelstarken Arterien und Venen, sowie über das Zurücktreten dieses Gewebes in den stärksten Stämmen überhaupt gute Bilder. Von einem Epithelium wird man aber häufig nichts mehr erhalten finden.

Ein zweites und zwar älteres Verfahren besteht darin, dem im feuchten Zustande aufgeschnittenen Gefäss unter Wasser mit Skalpell und Pinzette die einzelnen Lagen, sei es von innen, sei es von aussen her sukzessiv abzuziehen und unter Anwendung passender Zusätze zu studiren. Durch Abschaben mit der Skalpellklinge wird man hierbei an frischen Objekten leicht in grösseren oder geringeren Fetzen die Epithelialbekleidung zur Ansicht bringen. Auch der freie Rand einer Gefässklappe gewährt nicht selten ein schönes Bild jenes Ueberzuges und zugleich ein gutes Hülfsmittel, die geringe Mächtigkeit desselben zu messen.

Zur Wahrnehmung der Gefässnerven, eines Netzwerkes sehr feiner blasser Fäden, welches die Tunica media und den angrenzenden Theil der Aussenschicht einnimmt, wähle man das Mesenterium eines Frosches, behandle es mit schwacher Essigsäure, und pinsle das Epithel ab (His), oder man versuche die Vergoldung.

Die Gestaltung der verschiedenen Haargefässbezirke nach Stärke und Anordnungsweise der Röhren, sowie nach der Grösse der von den Maschennetzen umschlossenen Geweberäume hat seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Anatomen und Physiologen beschäftigt. Schon die reizenden Bilder, welche derartige gelungene Präparate unter dem Mikroskop entfalten, mussten anziehend wirken. Dann gestattet der Blutreichthum eines Organes erst einen Schluss über die Grösse seines Stoffumsatzes, sei es im eignen Interesse, sei es im Dienste anderer Organe (Drüsen). Die Anordnungsverhältnisse der Haargefässe sind für die Mechanik des Kreislaufes von hoher Wichtigkeit u. a. m.

Da von der Injektionstechnik schon in einem früheren Abschnitte (S. 97) ausführlich die Rede war, können wir einfach darauf verweisen. Stets wolle man, wie bereits bemerkt worden ist, für das Studium der Kapillaren nur transparent injizirte Objekte im feuchten Zustande (entweder ganz frisch, oder nach einem kürzeren Verweilen in Weingeist und alsdann mit nachfolgendem Glycerinzusatz) untersuchen, da opake Massen zu viel verdecken, und jedes getrocknete Präparat ein Zerrbild gewährt. Für die meisten Beobachtungen der Kapillarnetze wird man mittelst der einfachen Injektion (dem kaltflüssigen Berliner Blau von Beale oder Richardson (s. oben S. 109) ausreichen. Will man die doppelte Einspritzung anwenden, so nehme man das Beale'sche Karmin-Gemisch (S. 110) hinzu.

Es würde uns über die Schranken dieser kleinen Schrift hinausführen, wollten wir hier der verschiedenen Gestaltungen der Haargefässnetze nach Röhren- und Maschenweite, sowie der Form der Anordnung ausführlicher gedenken. Wenige Bemerkungen mögen daher genügen, und für weitere Belehrung die Handbücher der Gewebelehre empfohlen sein.

Bekanntlich bleiben manche Körpertheile ganz gefässlos; andere sind blutarm und nur in weiten Abständen von Haargefässen durchzogen, während bei den blutreichen Organen die Kapillaren einander stark genähert und die Maschen kleiner sind.

Die Anatomen haben zwei Grundformen der Haargefässnetze nach der Gestalt der von ihnen umgrenzten Parenchymräume unterschieden, nämlich 1) das gestreckte und 2) das rundliche Maschennetz.

Beiderlei Formen richten sich nach der Gestalt der Gewebeelemente. Rundliche, aus Zellen oder Drüsenbläschen erbaute Theile besitzen ein ähnlich gestaltetes, also rundliches Gefässnetz, während solche mit bestimmtem Faserverlauf oder aus parallel laufenden Drüsenschläuchen und Drüsenröhren gebildete Theile das gestreckte Kapillarnetz darbieten.

So zeigt uns Fig. 201 das gestreckte Haargefässnetz des quergestreiften Muskels, Fig. 202 das gleiche, die Labdrüsen umspinnende der Magenschleimhaut. Letzteres geht an der Mukosenoberfläche, wo mit rundlichen Oeffnungen die Drüsenschläuche ausmünden, in die Form eines rundlichen Netzes über.

Fig. 201. Gefässe des willkürlichen quergestreiften Muskels. *a* Arterien-, *b* Venenast; *c* das gestreckte Kapillarnetz.

Fig. 202. Gefässe der vertikal durchschnittenen Magenschleimhaut; der feine Arterienzweig zerfällt in ein gestrecktes Kapillarnetz, welches an der Schleimhautoberfläche rundliche Maschen bildet und in den dicken Venenstamm übergeht.

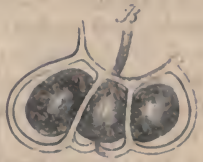


Fig. 203. Gefässe der Fettzellen. *A* Arterien- (*a*) und Venenästchen (*b*) mit den dazwischen befindlichen Kapillaren. *B* Die Haargefässe um drei Zellen.

Dass die Träubchen des Fettgewebes aus Gruppen grosser kugliger Zellen bestehen, haben wir in einem früheren Abschnitte kennen gelernt (S. 164). Das Haargefässnetz Fig. 203 ist damit in Uebereinstimmung. Ein gleichfalls mehr rundliches, aber weitmaschiges und eigenthümlich geformtes Netz von Kapillaren zeigt die Innenlage der Retina (Fig. 204). Wo kleine papilläre Vorsprünge erscheinen (äussere Haut, manche Schleimhäute), begegnen wir einfachen Kapillarschlingen (Fig. 205); wo jene grösser sind, einem Schlingennetz, wie in den Darmzotten.

Vielfach sind die Anordnungsverhältnisse der Kapillarnetze des menschlichen Organismus so eigenthümlicher Natur, dass der Geübte mit Leichtigkeit den Körpertheil, von welchem das Präparat stammt, in sicherster Weise zu erkennen vermag.

Die erste Entstehung der Gefässe beim Embryo, sowie die nachfolgenden fötalen Gefässbildungen und Umwandlungen stellen bekanntlich einen sehr schwierigen und darum noch vielfach lückenhaften Abschnitt der Gewebelehre her. Die neueren Entdeckungen über den Bau der Haargefässwandungen machen ohnehin eine Revision der früheren Angaben dringend nothwendig.

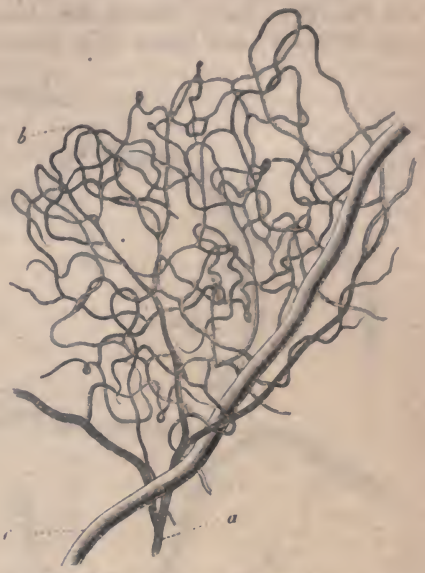


Fig. 204. Gefässe der menschlichen Retina. *a* Arterien-, *c* Venenzweig; *b* die Haargefässe.

Zur Beobachtung der Gefässentstehung empfehlen sich sehr junge Embryonen von Vögeln, Säugern und Fischen. Bei der Leichtigkeit, ein geeignetes Material zu gewinnen, stehen unter jenen die schon seit Dezennien benützten Hühnerembryonen in erster Linie, an welchen man vom Ende des ersten und am zweiten Tage der Bebrütung in dem Gefässhof die Bildung des ersten Gefässnetzes beobachten kann. Man schneidet zu diesem Zwecke die Keimhaut unter lauwarmem, mit etwas Kochsalz und Hühnereiweiss versetztem Wasser heraus, und untersucht entweder ganz frisch mit Benützung einer indifferenten Flüssigkeit oder auch einer stark verdünnten Chromsäurelösung oder, was für manche Zwecke vortheilhafter

Fig. 205. Haargefässschlingen der Papillen der äusseren Haut. (In andern erscheinen die Tastkörperchen.)

zu nennen ist, nach vorheriger Erhärtung in Chromsäure sowie doppelchromsaurem Kali unter Beihülfe von Glycerin und Tinktionsmethoden.

Um die weiteren peripherischen Gefässbildungen zu verfolgen, dienen einmal auf vorgerückterer Stufe dieselben Hühnerembryonen, z. B. deren Allantois; oder man verwendet Früchte von Säugethieren. An letzteren bieten ebenfalls der Harnsack, die Membrana capsulopupillaris und hyaloidea des Auges treffliche Bilder dar.

Ein sehr bequemes Untersuchungsobjekt während des Frühsommers liefert endlich der Schwanz der Froschlarven. Indem man hier das lebende Thier entweder auf dem Schulze'schen Objektträger (S. 145) oder durch einen um den Körper geschlagenen Streifen befeuchteten Löschpapiers ohne jede Verletzung beobachten und wieder in den Wasserbehälter zurückbringen kann, wird es möglich, an genau bemerkten Stellen bei einem und demselben Exemplare die von Tag zu Tag sich ergebenden Aenderungen der Gefässbildung zu verfolgen. Weitere Hülfsmittel gewährt die von Hensen (S. 221) ausgeführte Abpinselung des Epithelium.

Nach den schönen Untersuchungen Arnold's dürfen wir heutigen Tages die Bildung neuer Haargefässe etwa so formuliren:

Von den die Wandung fertiger Kapillaren bildenden Gefässzellen wird ein zur selbständigen weiteren Entwicklung befähigtes Protoplasma geliefert. (Fig. 206, *p p* und Fig. 207, *a a*). Durch das Auswachsen des letzteren entstehen Sprossen (Fig. 206, 1 *p*) und Fäden (Fig. 206, 2. 3 *p p* und Fig. 207, *a a*), welche durch gegenseitiges Zusammenfliessen ihrer Protoplasmakörner in Stränge (Fig. 206, 2 *p*) sich umwandeln. Indem darauf der Axentheil dieser Stränge einschmilzt, erhalten wir Protoplasmaröhren. Durch weitere Metamorphose der Wand kommt es (in schwer verständlicher Weise) zur Erscheinung von Kernen. Durch eine Art Furchung der Wandungsmasse bilden sich zellenartige Elemente mit einem aus Protoplasma bestehenden Körper. Aus ihnen gehen endlich die ausgebildeten Gefässzellen, die kernhaltigen homogenen Plättchen unserer Fig. 197 und 198 hervor.

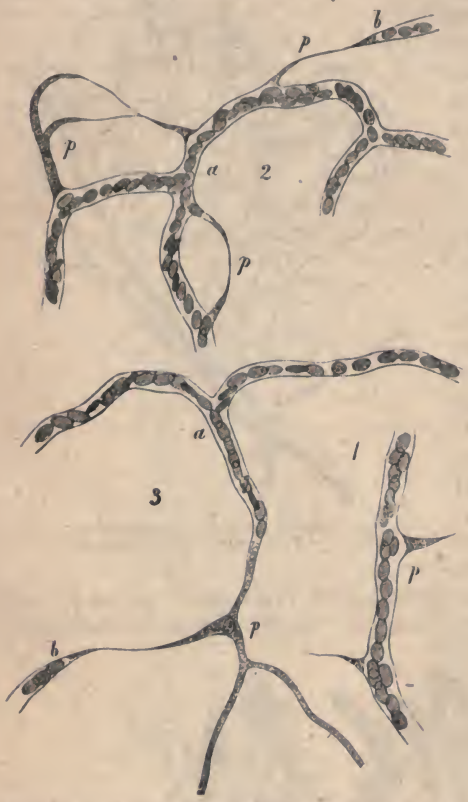


Fig. 206. Entwicklung neuer Haargefässe aus dem Schwanz der Froschlarve. *p p* Protoplasma-Sprossen und -Stränge.

Pathologischen Veränderungen der Blutgefässe begegnet man bekanntlich häufig genug. Soweit dieselben auf Umwandlungen der Struktur beruhen, betreffen sie weit mehr die grossen Stämme, besonders die Arterien, als die feinsten arteriellen und venösen Endzweige, sowie die zwischen ihnen befindlichen Kapillaren.

In den Arterienwandungen älterer Menschen findet man sehr gewöhnlich — und zwar in einer

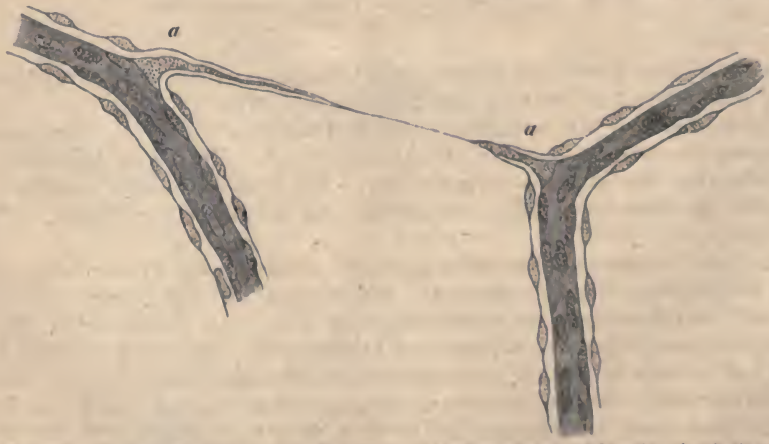


Fig. 207. Aus dem Glaskörper eines Kalbfötus. 2 Gefässe mit einer Adventitia durch einen Protoplasmastrang verbunden. Bei *a* die Insertion desselben an die primäre Gefässhaut (Arnold).

mit dem Lebensalter steigenden Häufigkeit — Umänderungen der inneren Gefässhaut in Gestalt kleinerer oder grösserer, weisslicher oder gelber, über die Oberfläche etwas prominirender Flecke und Plättchen. Dieselben ergeben sich bei der mikroskopischen Analyse als Ansammlungen von Fettmolekülen. Später kann es zur Erweichung und zum Zerfall derartig fettig degenerirter Stellen kommen.

Auch bei dem atheromatösen Prozesse treffen wir, aber in den tieferen, der Muskelhaut angrenzenden Lagen der Intima, dieselben Fetteinbettungen zunächst wieder, nachdem in Folge einer Reizung wuchernde Verdickung der inneren Gefässhautlagen vorhergegangen war. Dann kommt es auch hier zur Erweichung der fettinfiltrirten Stelle, und der Schmelzungsprozess schreitet auf Kosten der übrigen Schichten der inneren Gefässhaut fort. Ist einmal ein förmlicher atheromatöser Brei (der in die Blutbahn einbrechen kann) entstanden, so lehrt die mikroskopische Analyse desselben als Bestandtheile vereinzelte und in kugligen Konglomeraten verbundene Fettmoleküle, Cholestearinkrystalle und Gewebetrümmer kennen. Indessen noch eine andere Degeneration können jene verdickten Stellen der Intima erfahren, eine Entartung, welche sich auch mit der ersteren verbinden kann; sie vermögen zu verkalken, und harte Plättchen oder Täfelchen in der Gefässwandung herzustellen.

Durch solche atheromatöse Veränderungen der Arterienwandung entstehen wenigstens vielfach die Aneurysmen der Schlagadern, welche theils die sämmtlichen drei Schichtungsgruppen, wenn auch verdichtet und umgeändert, noch erkennen lassen, theils nach Zerstörung der Intima oder auch der Muscularis entweder aus den beiden Häuten oder der zellgewebigen allein bestehen, welche letztere dann Veränderungen, Verdickungen ihres Gewebes etc. darbietet, Dinge, auf die wir hier nicht weiter eintreten können.

Es entsteht die Frage: wie werden derartige Abnormitäten der Arterienwand untersucht?

Im Allgemeinen mit denselben Methoden, welche wir schon bei der Erforschung der normalen Struktur kennen gelernt haben, mittelst des Abziehens der einzelnen Schichten frischer Objekte, dann auf horizontalen und vertikalen Wandungsschnitten nach der Erhärtung in Alkohol oder Chromsäure, oder endlich mit Hülfe der Einbettungs- und Trocknungsmethode. Auch Tinktionen, Abkochung in Essigsäure ergeben instruktive Anschauungen; wobei die Fettmoleküle der atheromatösen Masse elegant zu Tage treten. Atheromatöser Brei ist wie Eiter etc. mit Wasser auszubreiten u. a. m.

Für die pathologischen Umänderungen der Venenstruktur bleibt das Untersuchungsverfahren selbstverständlich das gleiche. Ausdehnungen derselben, Verstopfungen durch Thromben und Emboli (d. h. durch Gerinnsel, welche an einem entfernten Orte entstanden und, vom Blute fortgeführt, endlich in einem Gefässe eingekeilt worden sind) übergehen wir hier wie bei den Arterien. An dem Entzündungsprozesse der Venen betheiligen sich zunächst nur die gefässführenden Lagen der Wand, namentlich die Adventitia und dann auch die Mittelschicht. Dabei kommt es dann zur Schwellung, zur Bildung sogenannter exsudativer Massen und zur Ansammlung von Eiterkörperchen. Die Innenhaut, welche sich am entzündlichen Prozesse nicht unmittelbar betheiligt, wird in Folge jener Strukturveränderungen dann ebenfalls in den Kreis des Prozesses gezogen. Sie erscheint getrübt, verdickt, rauh und kann in Fetzen sich ablösen.

Solche rauhe Innenflächen venöser wie arterieller Gefässe erhalten häufig Auflagerungen des geronnenen Fibrin der Blutmasse. Derartige Niederschläge sehen wir somit auf der Intima entzündeter Venen, wie atheromatöser Erweichungsheerde und ausgebuchteter Säcke aneurysmatischer Arterien.

Pathologische Veränderungen kleiner Gefässe, mikroskopischer Arterien und Venen, entziehen sich begreiflicherweise viel leichter der Aufmerksamkeit der Aerzte, und verursachen auch während des Lebens weit geringere Effekte.

Kleinere Arterien zeigen bei amyloider Degeneration die Mittelschicht als Sitz jener Einbettung. Die Faserzellen der Muskulatur wandeln sich unter Verlust ihres Baues in Amyloid-Schollen um. Auch bei Verkalkungen ist es jenes kontraktile Element, welches die Einbettung der Knochenerde erfährt.

Eine interessante Umwandlung erleiden zuweilen die kleinen Arterien der Gehirnsubstanz. In ganz mikroskopischen Stämmchen bis herauf zu solchen von 1 mm Quermesser tritt nämlich eine Durchreissung der inneren und mittleren Gefässhaut ein; ergossenes Blut infiltrirt sich unter und in die Adventitia, und wölbt diese in verschiedener Weise blasen- und buckelförmig hervor. Reisst auch die äussere bindegewebige Schicht endlich durch, so kommt es zu apoplektischen Ergüssen. Hält jene aber, so entfaltet sich ein auffallendes mikroskopisches Bild in der allmählichen Umänderung und dem Zerfall der ausgetretenen Blutkörperchen; sogenannte Körnchenzellen, Häufchen braunen und gelben Pigmentes und deren endliche Auflösung lassen sich beobachten.

Feine mikroskopische Venen und in Kapillaren übergehende Zweige solcher zeigen uns zuweilen ähnliche Varikositäten ihres Lumen. Während aber bei den eben erwähnten Arterien die Zerreissung von Häuten und die Extravasation des Blutes die Ursache der Auftreibung darstellen, sind hier alle drei Gefässhäute unversehrt.

An Kapillaren, indessen auch an den sich anreihenden kleinsten arteriellen und venösen Aestchen hat man kalkige und fettige Degeneration, ebenso Pigmenteinbettungen bemerkt. Ferner gehören Embolien derselben, sowie Verstärkungen ihrer Wand zu den interessanteren Vorkommnissen.

Verkalkungen bemerkte man bisher besonders an den Haargefässen des Gehirns; sie sind sehr seltene Erscheinungen. Viel häufiger, namentlich im Gehirn älterer Personen, trifft man Fettdegenerationen, Gruppirungen von Haufen kleiner Fettmoleküle um die Kerne oder an der Stelle derselben. Mitunter ist diese Strukturumänderung in ausgedehntester Weise durch ein ganzes Gehirn verbreitet. Einbettungen schwarzer Pigmentmoleküle hat man an den Kapillaren der Milz, Leber und auch des Gehirns bei Melanämie beobachtet.

Ebenso ist man in neuerer Zeit auf eigenthümliche Embolien von feinsten Arterien und Haargefässen durch Massen flüssigen Fetts bei sogenannter Pyämie aufmerksam geworden (E. Wagner).

Schon oben haben wir gewisser normal vorkommender Adventitien von Kapillaren gedacht. Auch unter abnormen Verhältnissen begegnet man etwas Derartigem. Haargefässe eines im Zustande entzündlicher Reizung befindlichen Theiles erhalten allmählich eine Auflagerung spindelförmiger Zellen, gänzlich derjenigen gleich, welche bei der normalen Entwicklung vorkommt. Sehr schöne derartige Bilder wird man an der entzündeten Hornhaut gewinnen. Auch eine Auflagerung jener unentwickelten Bindegewebeformation des Gallertgewebes kann als eine Adventitia um Haargefässe erscheinen (Billroth).

Bei allen Texturveränderungen der Haargefässe, wie der stärkeren und grössten Stämme ist der Kernformation der sogenannten Gefässzellen die grösste Aufmerksamkeit zu schenken, da gerade diese epithelioiden oder Endothelzellen es sind, welche schnell in einen Zustand wuchernder Vermehrung gerathen, und so zu vielfachen Neubildungen Veranlassung geben (Thiersch, Waldeyer, Bubnoff, Ranvier).

Die bisher besprochenen Strukturveränderungen kleiner und kleinster Gefässe fallen hinsichtlich der für sie erforderlichen Beobachtungsmethoden durchaus mit denjenigen des normalen Körpers zusammen.

Ein Gegenstand, welcher vielfache Kontroversen veranlasst hat, ist die Art, nach welcher es unter pathologischen Verhältnissen zur Entstehung von Gefässen kommt.

Derartige Erzeugungen neuer Blutgefässe sind bekanntlich keine seltenen Vorkommnisse, und erscheinen in hypertrophischen Organen, in Neoplasmen, in sogenannten Pseudomembranen und Granulationen. Ganz massenhafte Neubildung von Blutgefässen lassen uns endlich die sogenannten Gefässgeschwülste erkennen. Zahlreichen sack- und kolbenförmigen Ausbuchtungen der erweiterten Haargefässe begegnet man in jenen kapillaren Telangektasien, wie sie namentlich in der äusseren Haut vorkommen. Die Untersuchungsmethoden des Hautgewebes müssen hier aushelfen. Mit Essigsäure behandelte oder gekochte und dann getrocknete Präparate geben bezeichnende Ansichten.

Untersucht man solche neugebildete Gefässe, so zeigen sie entweder — und dieses ist gewöhnlich der Fall — den Charakter der Kapillaren oder auch denjenigen der Arterien und Venen, während das in ihnen strömende Blut nichts Besonderes darbietet. Ihre Quermesser sind entweder diejenigen des Normalzustandes, oder fallen, und zwar vielfach in auffallendster Weise, stärker aus. Partielle Erweiterungen der Wand kommen dabei häufig vor. Ebenso begegnet man kolbigen Ausbuchtungen, namentlich in Gefässgeschwülsten, welche noch genauere Untersuchungen erforden.

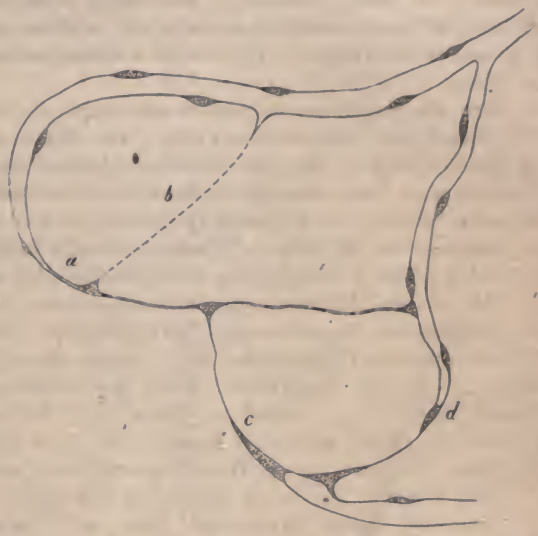


Fig. 208. Entwicklung der Kapillargefässe in dem sich regenerirenden Schwanz der Froschlarve nach Arnold. *a b c d* Sprossen und Protoplasmastränge.

In einer früheren Zeit, beherrscht von der Theorie spontaner Zellenbildung und der damaligen Exsudatlehre, liess man vielfach jene pathologischen Gefässe (wie das in ihnen enthaltene Blut) unabhängig von denjenigen des normalen Nachbargewebes entstehen und erst nachträglich mit den angrenzenden Gefässen sich verbinden.

Heutigen Tages dürfen wir sagen: jene Theorie war falsch, wie es ihr denn auch an zahlreichen Angriffen niemals gefehlt hat. Keine Neubildung von Gefässen kommt auf pathologischem Gebiete abweichend von derjenigen des fötalen Körpers vor. In beiden Fällen entstehen neue Blutgefässe entweder durch

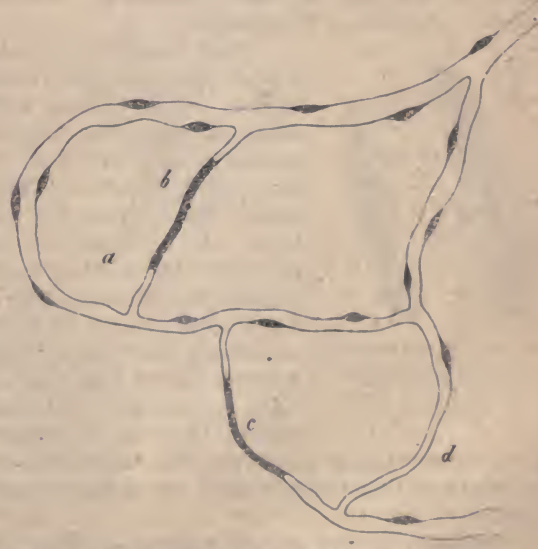


Fig. 209. Derselbe Gefässbezirk nach 24 Stunden. *a* und *d* sind wegsam geworden, *b* und *c* sind in ihren Mittelpartieen noch solid.

Auswachsen der vorhandenen oder anfänglich durch Entwicklung eines intermediären Lakunen-Stromes.

Ersterer Vorgang ist der gleiche wie wir ihn bei der embryonalen Gefässbildung bereits kennen gelernt haben. Dieselben Protoplasmabildungen, Sprossen, Fäden, Stränge und Röhren treten uns aufeinander folgend entgegen. Der in Wiederansatz begriffene Schwanz der Froschlarven (Arnold) gestattet höchst interessante Beobachtungen, wozu Fig. 208 und Fig. 209 (derselbe Gefässbezirk zwei Stunden später) zu vergleichen ist.

Nach vorliegenden genaueren Bebachtungen scheint die Ausbildung von Gefässen in einer Geschwulst wie einer sogenannten Pseudomembran indessen nur langsam und allmählich einzutreten, und so zu der Rapidität, mit welcher es z. B. zur Anhäufung von Eiterzellen kommen kann, einen auffallenden Gegensatz zu bilden.

Zur Untersuchung verwendet man entweder das frische oder das mit Alkohol, Chromsäure etc. erhärtete Gewebe. Die Entleerung der neugebildeten Gefässe von Blutkörperchen, die sehr leicht an solchen Präparaten eintritt, ist ein sehr übler Umstand und trägt wesentliche Schuld an den dürftigen Ergebnissen, welche so manchen Forschern auf diesem Gebiete geworden sind.

Gelingt die allerdings vielfach schwierige Injektion mit transparenten Massen, so wird das Ganze natürlich an Uebersichtlichkeit ausserordentlich gewinnen.

Mit dieser Methode machte Thiersch bei der Heilung von Zungenwunden die interessante Beobachtung, dass anfänglich in dem Granulationsgewebe ein System lakunärer Gänge sich bildet, welche von der aufgelockerten Arterienwandung zur ähnlich beschaffenen Vene herüberleiten (also Verhältnisse wie sie die gesunde Milz [s. u.] zeitlebens darbietet). Die Mehrzahl dieser »plasmatischen« Kanäle geht später wieder zu Grunde, ein Theil aber erweitert sich, wird zu blutführenden Gefässen, deren Wandungszellen das angrenzende Gewebe liefert.

Die Lymphgefässe zeigen uns in ihren grossen Stämmen bekanntlich einen an die Venen erinnernden Bau, und kommen auch mit solchen in ihrem Klappenreichthum überein. Letztere bleiben auch an feinen Zweigen, und ertheilen denselben ein sehr charakteristisches knotiges Ansehen. So lange man derartige Beschaffenheit zu erkennen vermag, kommt jenen Röhren, wenn auch am Ende bis zur strukturlosen Membran vereinfacht, eine besondere, von dem Nachbargewebe verschiedene Wandung zu.

Fig. 210. Ein Lymphkanal aus dem Dickdarm des Meerschweinchens. *a* Gefässzellen; *b* Schaltplättchen.

Zur Untersuchung dieser Gefässwand kommen dieselben Verfahrungsweisen zur Verwendung wie bei den Arterien und Venen. Starke Stämme können herauspräparirt und aufgeschnitten mittelst des Abziehens der einzelnen Lagen durchmustert werden oder nach dem Trocknen auf longitudinalen und queren Schnitten. Kleinere Stämme injizirt man am besten durch Einbinden einer feinen Kanüle mit reinem Leim, und verfertigt sich nach dem Erkalten dünne Querschnitte. Die feineren lymphatischen Bahnen schienen anfänglich nur bindegewebig eingegrenzte Lücken und Gänge herzustellen. Durch die Anwendung der verdünnten Höllensteinlösung (am besten in Form der Injektion) hat sich indessen auch für jene (Fig. 210) eine aus den charakteristischen Gefässzellen (*a*) bestehende Wand ergeben. Während letztere aber bei den Haargefässen der Blutbahn eine gewisse Selbständigkeit gegenüber dem angrenzenden Gewebe darzubieten pflegt, ist die Wandung der Lymphkanäle mit dem benachbarten Bindegewebe innig verschmolzen.

Handelt es sich um die Anordnung jener feineren lymphatischen Bahnen in einem Organe, so kommt die Injektion kaltflüssiger, transparenter Massen, von

Berliner Blau und Karmin (s. oben S. 109 und 110) zur Anwendung mit darauf folgender Erhärtung in Alkohol. Man wird hierbei entweder die Methode des Einbindens eines Röhrchens oder das Einstichverfahren nach Umständen wählen, und bald leicht, bald in anderen Körpertheilen nur mit der allergrössten Schwierigkeit, die Füllung erzielen.

Die natürliche Injektion, welche bei dem Blutgefässsystem dem Ungeübten ein Surrogat der künstlichen Füllung liefern kann, ist durch die Natur der umschlossenen Flüssigkeit für Lymphgefässe von einer sehr beschränkten Bedeutung. Die eigentliche Lymphe verschwindet als farblose Flüssigkeit in dem Organgewebe, und nur da, wo sie pathologisch einen Farbestoff, z. B. von Galle oder Blut, zugemischt erhalten hat, lässt sie kleine Gefässe aus dem Gewebe hervorschimmern. Der Chylus dagegen bei einem anschnlicheren Fettgehalt wird bekanntlich zur milchweissen Flüssigkeit, und bietet so seine Bahn in schönster Füllung dar. In der Fettverdauung (3—5 Stunden nach der Aufnahme) getödtete Säugethiere, namentlich junge, saugende Exemplare liefern uns daher treffliche Objekte zum Studium der Chyluswege und Chylusgefässe, ein Gegenstand, auf welchen wir bei der Untersuchung der Verdauungsorgane zurückkommen werden.

Pathologische Neubildungen von Lymphgefässen, namentlich in Geschwülsten, kommen sicher vielfach vor, obgleich dieser Gegenstand bei der Schwierigkeit der Untersuchung fast ganz noch eine terra incognita darstellt. W. Krause hat in den letzten Jahren einige darauf bezügliche Beobachtungen mitgetheilt. Es gelang ihm, bei Skirrhus und Markschwamm in den Bindegewebebalken des Gerüstes liegende Stämme, ebenso bei einem Myxom der Schamlippe breite Bahnen zu injiziren. J. Neumann injizirte mit Glück die krankhaft veränderte Haut. Möchten recht bald diese Versuche weiter ausgedehnt werden!

Der Bau der Lymphdrüsen ist in neuerer Zeit durch die Arbeiten mehrerer Beobachter um ein Bedeutendes verständlicher geworden.

Die grosse Weichheit und die durch Millionen von Lymphkörperchen bewirkte Trübung des frischen Organes leitet zur Anwendung von Erhärtungsmethoden und dem Auspinseln.

Jene Methoden sind die üblichen. Einlegen in Alkohol, anfänglich etwa in einen gewöhnlichen Präparatenweingeist, welchen man mit der Hälfte Wasser verdünnt hat, führt namentlich, wenn man die Vorsicht öfteren Flüssigkeitswechsels beobachtet, nach 5—8 Tagen in der Regel zum erwünschten Ziel. Der zuletzt zugegebene Weingeist sollte sich dann nicht mehr trüben. Hat man die hinreichende Konsistenz auf diesem Wege noch nicht gewonnen, so kann man zu stärkerem und endlich zu fast wasserfreiem Alkohol übergehen, und bekommt dann nicht selten in der Mitte oder gegen das Ende der zweiten Woche schnitt- und pinselfähige Präparate. Indess Ueberhärtung ist auf das Sorgfältigste zu vermeiden, wenn man anders auf die Untersuchung der Gerüstesubstanz bedacht ist, während für die Beobachtung der Blut- und Lymphbahnen in unsern Organen stark indurirte Weingeistobjekte die besten Bilder liefern. — Für manche Zwecke verdient Chromsäure in allmählich steigender Konzentration den Vorzug vor dem Weingeist. So lässt sich jene Schrumpfung, welche dem Alkoholobjekt anzuhaften pflegt, oft in einem ansehnlichen Grade vermeiden. Auch Lösungen des doppelchromsauren Kali von entsprechender Stärke sind sehr brauchbar. Alle nach der einen wie andern Weise einmal erhärteten Lymphknoten können übrigens in schwachem, wasserreichem Weingeist für lange Zeit brauchbar konservirt werden und zu gelegentlichen Beobachtungen dienen.

Kleine frische Lymphdrüsen gesunder Körper bieten in der Regel keine Schwierigkeiten des Härtens dar. Anders ist es mit sehr voluminösen und mit nicht mehr ganz frischen, sowie manchen Entartungen anheimgefallenen Lymphknoten. So erfordern z. B. typhöse Mesenterialdrüsen in der Regel viel Sorgfalt, und nicht immer kommt man zum Ziel. Das vorherige Durchtreiben der Erhär-

tungsflüssigkeit, sei es durch die Blut- oder Lymphbahn des einzulegenden Organes, ist ein brauchbares Hülfsmittel bei schwieriger zu behandelnden derartigen Organen. Gerade jene Drüsen kann man 8—14 Tage lang in Alkohol von steigender Stärke, zuletzt in fast wasserfreiem vergeblich zu härten suchen, und erst hinterher durch Einlegen in Chromsäurelösungen glücklich sein.

In neuerer Zeit hat Toldt ein anderes Verfahren empfohlen, welches die Anfertigung der dünnsten Schnitte gestattet (und so manchfach der Mühe des Auspinselns überhebt). Die frischen Drüsen kommen für 3—4 Tage in sehr »verdünnte, weingelbe« Chromsäure. Hat die Erhärtung das Innere ergriffen, dann für dieselbe Zeit in ein mit gleichen Theilen destillirten Wassers verdünntes Glycerin.

Ueber die Untersuchung des Gerüstes der Alveolen oder Follikel (Fig. 211 *d*) und Lymphröhren (*e*) weitere Anleitung zu geben, möchte fast überflüssig erscheinen. Zur ersten Erkenntniss des zelligen Charakters des Netzgewebes benütze man die Drüsen jüngerer Thiere, oder solche, welche im Zustande der Schwellung sich befinden. Unter den Tinktionsmethoden leisten diejenigen mit Hämatoxylin und Karmin hier am meisten. Für den Nachweis glatter Muskelfasern an und in den Septen (*b c*) kommen die bei jenem Gewebe aufgeführten Reagentien und Methoden zur Verwendung, namentlich die Behandlung mit Chlorpalladium sowie die Doppelfärbung mit Pikrinsäure und Karmin (S. 94).

Fig. 211. Durchschnitt einer kleineren Lymphdrüse in halbschematischer Zeichnung mit dem Lymphstrom. *a* die Hülle; *b* Scheidewände zwischen den Alveolen oder Follikeln der Rinde (*d*); *c* Septensystem der Markmasse bis zum Hilus des Organs; *e* Lymphröhren des Marks; *f* eintretende lymphatische Ströme, welche die Follikel umziehen und durch das Lückenwerk des Marks fliessen; *g* Zusammentritt der letzteren zum ausführenden Gefäss (*h*) am Hilus des Organs.

Blutgefässe injizirt man entweder, wenn das Organ hinreichend voluminös ist, von den in dasselbe eintretenden kleinen Arterienästchen aus oder bei kleineren Drüsen von benachbarten grossen Stämmen, so z. B. das Pankreas Asellii kleinerer Säugethiere von den Darmarterien und der Pfortader her. Hier pflegt die doppelte Injektion leicht zu gelingen.

Ueber die Injektion der Lymphbahnen (*f g h*) von ein- und austretenden Lymphgefässen des Knotens aus habe ich vor einigen Jahren genauere Vorschriften gegeben. Die Auffindung der Lymphgefässe pflegt hier in der Regel grössere Schwierigkeit zu verursachen als die nachfolgenden Manipulationen.

Stets sollte man sich durchsichtiger und, wie ich auf die Erfahrungen der letzten Zeit gestützt, hinzufügen will, kaltflüssiger Injektionsgemische bedienen. Nicht jeder Lymphknoten eignet sich aber zur Füllung. Wie bei allen Injektionen von Lymphwegen sind fette Leichen und schon etwas in Zersetzung begriffene Körper zu vermeiden. Oedematöse Körpertheile pflegen sich meistens gut zu qualifiziren. Auch ein mehrstündiges vorbereitendes Einlegen in Wasser kann zweckmässig werden.

Benützt man ein Säugethier, so bietet das nachfolgende Verfahren die grössten Vortheile dar: Das Thier wird durch einen Schlag auf den Kopf oder durch Strangulation getödtet. Dann unterbindet man sogleich hoch oben den Ductus thoracicus, und lässt nun die Leiche 2—6 Stunden lang liegen. Die Lymphgefässe sind nach diesem Intervall meistens prall erfüllt, und gestatten in der Richtung ihrer Klappenöffnung leicht die Injektion. Schwer und nur in einzelnen Fällen gelingt es dagegen, den Klappenwiderstand bei der Erfüllung der Vasa efferentia zu überwinden.

Die verschiedenen Grade der Anfüllung sind hier für das Verständniss der ganzen Strömung von grosser Wichtigkeit. Man verwende daher zu Anfang nur frühzeitig abgebrochene Injektionen, und gehe erst zu nachhaltigeren Füllungen allmählich über. Sehr schöne Bilder gewährt die Injektion einer zweiten oder gar dritten Lymphdrüse von den Vasa efferentia eines vorliegenden gefüllten Knoten aus.

Dass man durch Hyrtl und Teichmann in der Einstichmethode eine grosse Erleichterung jener Technik kennen gelernt hat, ist schon S. 117 bemerkt worden, und in der That leistet dieses Verfahren für die Lymphknoten sehr viel. Feine Röhrchen, mit Vorsicht unter die Kapsel eingeführt, füllen bei grösseren und kleineren Drüsen in der Regel sehr leicht die Umhüllungsräume der Follikel und von diesen aus die Gänge der Markmasse. Für die Beobachtung der Bahnen pathologisch veränderter Lymphknoten ist jene Methode geradezu eine unschätzbare. Man kann sie übrigens mit der Spritze wie mit konstantem Druck üben.

Eigentliche, der Lymphbahn im engeren Wortsinne angehörige Drüsen wird man nur in höchst seltenen Fällen einmal im Zustande einer für die mikroskopische Analyse brauchbaren natürlichen Füllung mit zersetztem Blutroth antreffen. Dagegen bieten uns fettgefütterte Thiere oder im Akte der Fettresorption verstorbene menschliche Körper für die Chylusdrüsen eine sehr wichtige und belehrende natürliche Injektion dar. Man nimmt ein kleineres Säugethier, z. B. ein Kaninchen oder ein Hündchen, und führt demselben durch eine Schlundsonde eine ansehnliche Menge von Milch in den Magen ein. Nach 4—7 Stunden tödtet man das Thier und findet in der Regel die prachtvollsten Erfüllungen des ganzen Chylusbezirkes.

Indessen ist bei einer feineren Analyse die Erkennung des Chylusfettes im Innern eines etwas voluminöseren Lymphknotens eine missliche Sache. Frische Durchschnitte können mittelst einer von Brücke empfohlenen Eiweisslösung versetzt werden. In dünner Chromsäure oder in schwachem Alkohol erhärtete Präparate versuche man durch Natronlauge aufzuhellen. Vom Trocknen derartiger Drüsen mit oder ohne vorhergegangenes Eintauchen in siedendes Wasser habe ich keine grossen Effekte gesehen.

Aeusserst kleine, namentlich nur aus einem einzigen Follikel bestehende Chylusdrüschen, wie man sie z. B. in der Bauchhöhle beim Kaninchen vorfindet, ergeben dagegen im Zustande der Fettresorption frisch untersucht ohne Weiteres hübsche Bilder.

Auch die Selbstinjektion der Lymphdrüsen hat man verwendet. Toldt bediente sich hierzu eines aus alkoholischer Lösung durch Wasserzusatz gefüllten sehr feinkörnigen Anilinblaus. Man kann es unter die Haut des lebenden Thieres eintreiben, und so durch das zuleitende Lymphgefäss die Füllung der benachbarten Knoten erwarten. Oder man wähle die in der Nähe der Leber gelegenen Lymphknoten des Hundes. Da die Leberlymphe narkotisirter Geschöpfe nach den Erfahrungen Hering's reich ist an rothen, aus der Blutbahn übergetretenen Blutkörperchen, so kommt man hier durch ein 7—8 Stunden langes, etwa von 10—15 Minuten wiederholtes Einspritzen jener Anilinmasse (in Dosen von 12 Grms) in die Vena cruralis des in Opiumbetäubung liegenden Thieres zum Ziel.

Bekanntlich unterliegen die Lymphdrüsen des Menschen zahlreichen *Strukturveränderungen*. Ein Theil der letzteren ist als *Altersmetamorphose* aufzufassen, andere sind *pathologischer* Natur.

Unter den ersteren (welche jedoch schon in einer verhältnissmässig frühen Lebensperiode vorkommen können) müssen wir namentlich drei festhalten, nämlich die Bildung von *Fettzellen*, die *Pigmentirung* der Lymphdrüsen und die Umwandlung der Gerüstesubstanz in *gewöhnliches Bindegewebe* mit allmählicher Verödung des ganzen Organs.

Die Entstehung von Fettzellgewebe geschieht wohl von den Bindegewebekörperchen des Lymphdrüsengerüstes aus, und betrifft in der Regel die Rindensubstanz des Lymphknotens. Nur in seltenen Fällen wird sie an den Lymphröhren der Markmasse bemerkt. In dem Maasse, als an die Stelle einzelner Fettzellen Gruppen derselben treten, verliert sich an den betreffenden Lokalitäten der Lymphdrüsenbau mehr und mehr.

Die Pigmentirung der Lymphdrüsen zeigt sich ohne Gesetzmässigkeit, theils in den Zellen, theils in der Gerüstesubstanz der Septen und der Gefässwandungen enthalten. In manchen Fällen ist es vorwiegend die Substanz der Follikel, welche anfänglich den Sitz der Melanose bildet; in anderen Fällen dreht sich das Verhältniss um, indem das Mark ergriffen wird. Sie betrifft bekanntlich vorzugsweise die Bronchialdrüsen, und ist bei uns Zimmermenschen von gewissen Lebensperioden an ein fast regelmässiges, freilich auf sehr verschiedenen Stufen stehendes Vorkommniss. Verfolgt man die ersten Anfänge dieses Prozesses, so sieht man hier und da einmal, wie entzündliche Reizungen benachbarter Theile, der Lungen, es sind, welche den Anstoss geben können. Jene den praktischen Aerzten bekannten, so häufigen konsekutiven Schwellungen der Lymphdrüsen gehen mit ganz ausserordentlichen Erweiterungen ihrer feinsten Blutgefässe einher, so dass z. B. fast alle Kapillaren auf das vier-, ja sechsfache des gewöhnlichen Quermessers ausgedehnt gefunden werden. Durch diese Ausdehnungen kömmt es nun in den Bronchialdrüsen (unter Umständen auch in den Lymphknoten anderer Körpertheile) zur Exsudation des Blutfarbestoffes, so dass, von bräunlicher Flüssigkeit durchtränkt, der Lymphknoten ein »milzähnliches« Ansehen gewinnt. Zerreissungen einzelner Gefässe und Extravasaten begegnet man dabei hier und da ebenfalls. Aus der allmählichen Umwandlung des Blutfarbestoffes gehen durch Zwischenstufen die Moleküle des schwarzen Pigmentes hervor.

Indessen die meisten Fälle pigmentirter Bronchialdrüsen stammen aus einer ganz anderen Quelle. Es ist eingeathmeter Kohlenstaub, welcher in das Lungenparenchym eingedrungen, durch die Lymphgefässe zu den Bronchialdrüsen gebracht und hier langsam im Laufe der Jahre abgelagert worden ist. Dieser »Anthrakose« werden wir nochmals beim Athmungsorgane zu gedenken haben.

So entstehen denn in ganz ausserordentlichen Graden wechselnd jene Pigmentirungen der Bronchialdrüsen, welche auf niederen Stufen dem Organ ein schwarz gesprenkeltes und gefleckte Ansehen verleihen, dagegen in höheren Graden dasselbe über grössere Strecken, ja durch die ganze Dicke schwarz erscheinen lassen.

Während niedere Phasen solcher Melanose für das davon betroffene Organ als etwas relativ Gleichgültiges sich ergeben, führen starke Pigmentirungen zur bindegewebigen Umwandlung und Verödung des Lymphknotens.

Derartige Bindegewebeumwandlungen zeigen Bündel streifigen und fibrillären Gewebes, anfänglich vereinzelt, dann in ausgedehntester Weise auf Kosten des Netzgerüstes entwickelt. Mehr und mehr geht die bezeichnende Struktur des Organes verloren, und zuletzt unter Verlust aller lymphatischen Bahnen ist die ganze Drüse zur bindegewebigen Masse entartet. Man beobachtet diesen Prozess neben Pigmentirungen, aber auch ohne dieselben. Ihm scheinen übrigens mehr die äusseren, als die tiefer im Körper gelegenen Lymphknoten unterworfen zu sein.

Zur Untersuchung der auffälligsten Strukturverhältnisse kann man auch hier mit den gewöhnlichen Methoden ausreichen. Wo immer möglich, sollte vorher die Injektion der Blutbahn durch kaltflüssige Gemische wenigstens versucht werden.

Die eigentlich pathologischen Veränderungen der Lymphdrüsen betreffen theils das Gerüste, theils die Lymphkörperchen, theils beide Bestandtheile zusammen.

Gerade nicht leicht zu verfolgen sind die Strukturveränderungen unserer Organe beim Abdominaltyphus. In der ersten, sogenannten katarrhalischen Periode dieser Krankheit begegnet man einer Schwellung des Organes, welche

vorzüglich auf einer jener oben erwähnten beträchtlichen Ausdehnungen der feinsten Blutgefässe beruht. Die Umhüllungsräume der Lymphdrüsenfollikel sind erweitert, und in denselben entdeckt man eine Menge grosser vielkerniger Zellen (die übrigens auch, freilich in geringerer Menge, bei anderen Reizungszuständen getroffen werden). Auffallend gering erscheint dagegen die Betheiligung der Gerüstsubstanz. In späterer Periode zerfallen dann unter fettiger Degeneration jene grossen Zellen und liefern in sehr ungleicher Ausdehnung Heerde einer feinkörnigen Substanz, der markigen Typhusmasse. Dieselbe bildet dann nicht selten lokale Erweichungen, in deren Kreis das angrenzende Gewebe, das Gerüste mit den Blutgefässen hineingezogen wird. Im günstigsten Falle erfährt die feinkörnige Substanz später wieder durch den ausführenden Lymphstrom eine Entfernung.

Einem ähnlichen, nur weit langsamer ablaufenden Prozess begegnet man bei tuberkulösen und skrophulösen Lymphknoten. Auch hier erscheint unter Zerfall der Gerüstsubstanz jene Degeneration, eine feine molekuläre fettreiche, wasserarme Masse mit dazwischen befindlichen geschrumpften Lymphkörperchen. Diese »verkäste« Masse kann dann verschiedenem Geschick nachträglich anheimfallen; sie kann resorbirt werden, induriren und verkalken oder erweichen und zur Bildung eines fistulösen Ganges Veranlassung geben.

Bei andern pathologischen Zuständen ist die Betheiligung der Gerüstsubstanz eine beträchtlichere. So bemerkt man bei sekundären entzündlichen Zuständen unserer Organe die Maschen des Gerüstes nach und nach enger, die Balken stärker werden, und in den Knotenpunkten deutliche Kerne wieder sich herstellen. In dem voluminöseren Organe, wo die Haargefässe die schon angeführten Erweiterungen erkennen lassen, kann es allmählich zur Verwischung der Texturverschiedenheiten von Scheidewänden, von Mark- und Rindensubstanz kommen. Die lymphatischen Gänge verschwinden, und das Organ ist funktionsunfähig geworden. Doch fallen die späteren Gestaltungen derartiger Lymphdrüsen sehr wechselnd aus. Ein interessantes Strukturverhältniss bieten dabei bisweilen durch Auflagerung von Spindelzellen entstandene gewaltige Verdickungen der Kapillarwandungen dar.

Verwandte Strukturverhältnisse zeigen uns die Hypertrophier der Lymphknoten. Hier verwandeln sich die Kapsel, die Septen und auch zuletzt noch die Markmasse in ein durch das ganze Organ gleichförmiges, zahlreiche Lymphzellen umschliessendes Netzgewebe. Jene Verwandlung der Kapsel macht es begreiflich, wie angrenzende Bindesubstanz in den Kreis derselben Umwandlung hineingezogen werden, und es zur Verschmelzung benachbarter Lymphdrüsen kommen kann. Das Netzgerüst ist entweder dem normalen ähnlich, oder man sieht es engmaschiger. In andern Fällen entwickeln sich die Fasern viel stärker, so dass ein grobbalkiges Gerüste, wie das eines Karzinom, entstehen kann. Bei letzteren Prozessen begegnet man in den Maschen unter verschiedener Form und Anordnung den grosskernigen Krebszellen. Früher schien uns besonders das die lymphatischen Gänge (Umhüllungsräume) durchsetzende starre Balkengerüste den Ausgangspunkt der betreffenden Veränderung zu bilden, indem in seinen Knotenpunkten die Krebszellen entstehen, und seine Balken zu dem Stroma des Karzinom werden sollten. Heutigen Tages ist eine ursprüngliche Einwanderung jener ersten Krebszellen durch das Vas afferens in den Umhüllungsraum wahrscheinlicher geworden. Das Drüsengewebe fällt dabei langsam und allmählich der Atrophirung anheim.

Ein neuer erfolgreicher Angriffspunkt dieser krankhaften Lymphdrüsen liegt in der Injektion derselben, in dem Studium ihrer lymphatischen Bahnen mit Hülfe der Einstichsmethode. So lange in einem derartigen Organe eine einfache Schwellung vorkommt, wobei man häufig jenen gewaltigen Ausdehnungen der Blutkapillaren begegnet, sind die Lymphbahnen wohl alle wegsam. Schreitet beim Typhus die Veränderung der Drüsen weiter fort, kommt es zum Zerfall der Lymphkörperchen in jene feinkörnige »Typhus-Substanz«, so tritt an solchen Stellen Un-

wegsamkeit ein; ebenso werden die Bahnen hypertrophischer Lymphknoten zu einem grossen Theil impermeabel. Dieses sind ein paar Resultate, welche der Verfasser vorliegender Arbeit bei gelegentlichen Injektionen bisher erhalten hat.

Was die Entstehung der Lymphknoten und der Lymphgefässe im fötalen Körper angeht, so herrscht hier noch manche Dunkelheit. In dem Schwanz der Froschlarven haben wir schon vor längeren Jahren durch Kölliker interessante Lymphgefässe kennen gelernt. Dieselben laufen neben den Blutkapillaren hin, und

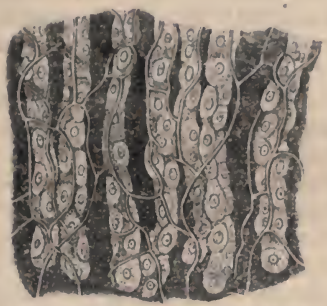


Fig. 212. Labdrüsen des Hundes mit Zellen und Haargefässen.

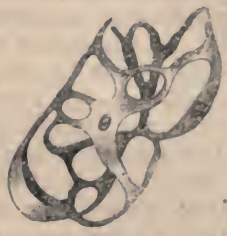


Fig. 213. Geflecht sternförmiger Bindegewebezellen aus der Membrana propria durch Mazeration isolirt. Von der Submaxillaris des Hundes nach Boll.

erscheinen als zarte, reiserartig verzweigte Kanäle, ohne die Netzverbindungen jener Röhren, charakterisirt durch die in zahlreiche feine Zacken ausgebuchtete zarte Wand. Ihr Inhalt ist farblose, fast ganz zellenfreie Flüssigkeit, und eine Epithelialauskleidung geht ihnen sicher ab. Auflagerungen benachbarter Spindelzellen auf die Gefässmembran begegnet man häufig.

Wir wenden uns nun zu den Untersuchungsmethoden des Drüsengewebes.

Fig. 214. Eine menschliche Schweissdrüse. *a* Der Knauel, umgeben von dem Anfange venöser Gefässe; *b* der ausführende Kanal; *c* das korbartige Haargeflecht um den Knauel mit dem Arterienstämmchen.

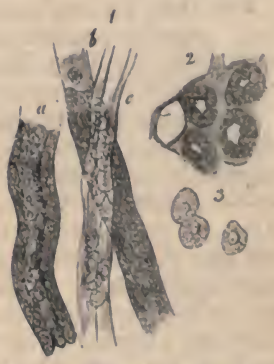


Fig. 215. Harnkanälchen aus der menschlichen Niere. 1 Seitenansicht; *a b* mit Zellen erfüllte, *c* theilweise von Zellen freier Kanal; 2 Querschnitt derselben; 3 Drüsenzellen.

An dem Aufbau einer Drüse oder — wenn anders das Volumen ein grösseres und der Bau ein komplizirter ist — ihrer Abtheilungen betheiligen sich dreierlei Bestandtheile. Eine wasserhelle, scheinbar strukturlose Haut (Membrana propria) bildet das Gerüste, und bestimmt so die Form des Organs oder des Organtheiles; Lagen zelliger Elemente (Drüsenzellen) bedecken die Innenfläche jener, und spielen bei der Sekretbildung eine wichtige Rolle. Endlich ist die Aussen-

fläche der strukturlosen Haut von einem Geflechte der Haargefässe umgeben, aus deren Inhalte die Absonderungsstoffe zunächst in Form wässriger Lösungen entnommen werden.

Unsere Fig. 212, welche die unteren Hälften langer, einfacher Schlauchdrüsen aus der Magenschleimhaut vorführt, kann uns hiervon eine Vorstellung gewähren. Die feine Begrenzung der leicht ausgebuchteten blindsackigen Röhre stellt den optischen Ausdruck jener Membrana propria dar; grosse kernhaltige feinkörnige Zellen bilden den Inhalt, und ein bei der Röhrenform gestrecktes Kapillarnetz umspinnt in eleganten Krümmungen die Einzelorgane.

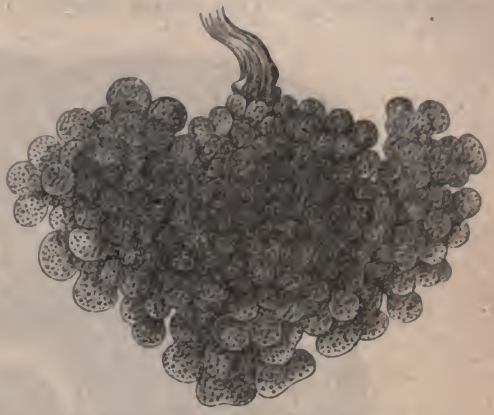


Fig. 216. Brunner'sche Drüsen des Menschen.

Haargefässe und Drüsenzellen fehlen keinem drüsigen Organe des menschlichen Körpers. Nicht so ist es aber mit der Membrana propria. Sie kann vermisst werden, und zwar unter mehrfachen Verhältnissen. Einmal sehen wir, dass die in frühester Lebenszeit vorhandene feine Haut mit benachbarten Theilen verschmolzen ist; so in der Leber. Oder dieselbe hat von Anfang an gefehlt, und eine fester gewebte bindegewebige Wandbegrenzung friedigt den Zellenhaufen in allen Lebensperioden ein. Endlich haben wir durch neuere Arbeiten erfahren, wie in dieser Membrana propria ein Korbgeflecht vielstrahliger abgeplatteter Bindegewebezellen sichtbar werden kann. (Fig. 213.)

Fig. 217. Gefässnetz der Bauchspeicheldrüse des Kaninchens.

Man hat namentlich an traubigen Drüsen (Speichel-, Thränen- und Milchdrüsen) dieses Verhalten erkannt, aber auch an den Schlauchdrüsen der Magenschleimhaut. Man bedient sich hierzu theils der Mazerationsmethoden, theils der Schnitte durch erhärtete Objekte. Empfohlen wurden, eine ganze Musterkarte der Methoden, der Essig, die 33%ige Kalilösung, mehrtägiges Mazeriren in Iodserum und dann noch ein nachfolgendes 24-stündiges in Chromsäuresolution von $^1/_{32}$% (oder chromsaures Kali $^1/_{10}$%), Einlegen in Osmiumsäure von $^1/_2$%, Erhärtung durch Alkohol oder doppelchromsaures Kali mit nachfolgender Karmintinktion.

Indessen die zahlreichen Drüsen des menschlichen Körpers sind nach Grösse, nach ihrer Komplikation und der ganzen Struktur von so mannichfacher Beschaffenheit, dass das oben benutzte Beispiel in keiner Weise für das Verständniss ausreichen kann.

Neben den einfachen Schlauchdrüsen, welche wir an den Labdrüsen des Magens schon kennen gelernt haben, kommen andere von einer etwas grösseren Verwicklung vor, bei denen das untere blindsackige Ende mit oder ohne Theilung eine Anzahl knauelförmiger Windungen bildet. Man hat diese Organe mit dem passenden Namen der Knaueldrüsen versehen. Ihr verbreitetstes und bekanntestes Beispiel stellen die Schweissdrüsen der Haut (Fig. 214, *a. b*) dar. Das den Knauel umspinnende Gefässnetz wird zu einer Art von Korbgeflecht mit rundlichen Maschen (*c*). — Bei weitem längere, röhrenförmig gestaltete Schläuche unter

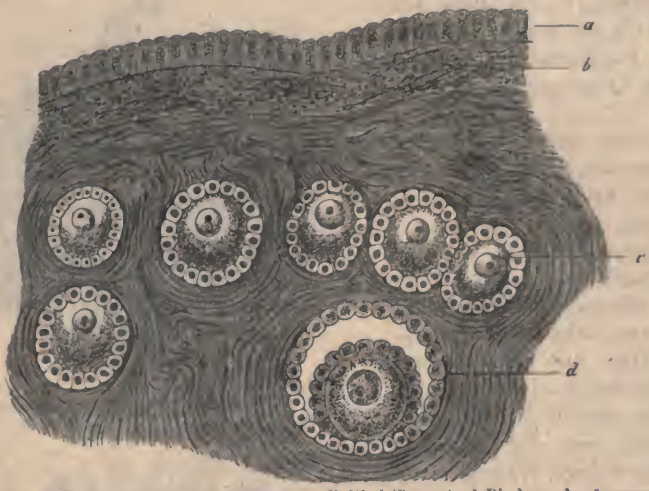


Fig. 218. Eierstock des Kaninchens. *a* Epithel (Serosa); *b* Rinder- oder äussere Faserlage; *c* jüngste Follikel; *d* ein etwas weiter ausgebildeter älterer.

Theilungen und netzartiger Verbindung stellen die Niere und den Hoden, zwei grosse voluminöse Organe des Körpers her. Fig. 215 führt uns jene Drüsenröhren der Niere, die sogenannten Harnkanälchen (1, 2) vor.

Sehr weit verbreitet ist eine andere Form der Drüsen, die traubige.

Rundliche oder längliche Säckchen (Drüsenbläschen), bald kleiner, bald grösser, bald einfacher, bald komplizirterer Beschaffenheit, stossen mit ihren Ausgängen gruppenweise zusammen. Durch kurze Gänge, Verlängerungen der Membrana propria, verbinden sich solche Gruppen von Säckchen (Drüsenläppchen) abermals, und so in bald geringer, bald ansehnlicherer (Fig. 216), bald grösster Komplikation erbaut sich das traubenförmige Organ. Welche Umänderungen hier zur Beobachtung kommen, wie das ausführende Kanalwerk zu einer verwickelteren Textur allmählich ansteigt, — darüber, wie für vieles Andere, muss auf die Lehrbücher der Histologie verwiesen werden.

Fig. 219. Schilddrüse des Kindes. *a* Bindegewebiges Gerüste; *b* Kapseln; *c* deren Drüsenzellen.

Indessen trotz mancher untergeordneter Variationen ist doch von den fast mikroskopisch zu nennenden Schleimdrüschen bis herauf zu den voluminösesten Exemplaren, wie den Speicheldrüsen und dem Pankreas, ein und derselbe Grundplan des Aufbaues bei allen vorhanden und leicht nachweisbar.

Die Drüsenzellen (denen wir noch eine besondere Besprechung zu widmen haben) bieten nach der Beschaffenheit des jedesmaligen Sekretes manche Variationen dar; das umspinnende Kapillarnetz dagegen zeigt immer rundliche Maschen (Fig. 217).

Noch eine dritte Form drüsiger Organe hatte man aufgestellt, solche nämlich, bei welchen die Membrana propria eine allseitig geschlossene rundliche Blase bilden sollte, mit Zellen im Innern und äusserlich umstrickenden Haargefässen, und wo derartige Blasen, in Mehr- und Vielzahl in bindegewebige Grundlage eingebettet, das Organ zusammensetzen.

Der Eierstock (Fig. 218) repräsentirt letztere Anordnung. Seine Drüsenblasen, Graaf'sche Follikel genannt (*c. d*), beherbergen neben zahlreichen kleinen rundlichen Drüsenzellen eine grössere kuglige Zelle, das Ei. Dieses wird durch Platzen der (allerdings komplizirten) Wand frei, und die entleerte Blase fällt, an das Ende ihrer Existenz angelangt, als gelber Körper, wie man sich ausdrückt, einem Vernarbungsprozess anheim.

Noch in einer andern Art hat man derartige Drüsen mit geschlossenen Blasen angenommen. Die Kapseln sollten aus Blutbestandtheilen in ihrem Innern ein Sekret bilden, und letzteres bereitet dann später den Blut- und Lymphgefässen zur Abfuhr übermitteln. Diese sehr ungenügende Erklärung ist eine solche der Verlegenheit, hervorgegangen aus der Erfahrung, dass eine derartige Dehiszenz, wie sie der Eierstock zeigt, an den in Frage kommenden Organen niemals beobachtet wird.

Man war früher mit Annahme solcher Organe, sogenannter »Blutgefässdrüsen«, ziemlich freigebig. Gegenwärtig haben wir manche derselben als zu den Lymphknoten gehörig oder ihnen wenigstens nahe verwandt, abzutrennen gelernt, wie die Thymus, die Milz, die Peyer'schen und solitären Follikel der Gedärme, die Tonsillen und Konjunktivafollikel. Nur eine beschränkte Zahl der räthselhaften Gebilde, nämlich Schilddrüse (Fig. 219), Nebennieren und Hypophysis cerebri, finden noch hier eine Stelle.

Indessen die angebliche Membrana propria (Fig. 219, *b*), welche frühere Beobachter an jenen Gebilden zu sehen glaubten, scheint in Wirklichkeit nicht zu existiren. Für die Hypophysis cerebri, die Nebennieren und Schilddrüse glauben wir wenigstens ihre Abwesenheit behaupten zu müssen. Die fester gefügte bindegewebige Wandbegrenzung bei ungenügenden Untersuchungsmethoden hatte die Vorgänger getäuscht.

Von hoher Wichtigkeit sind endlich die zelligen Inhaltsmassen unserer Organe. Die Drüsenzellen gehen, wie wir durch die trefflichen Untersuchungen Remak's in sicherster Weise wissen, aus den fötalen Epitheliallagen, dem sogenannten Horn- und Darmdrüsenblatt, hervor, und stellen ursprünglich theils solide Zellenwucherungen, theils hohle Einsackungen dar. Vieles in ihrem ganzen Lebensprozesse bleibt demgemäss der Natur des Epithelium verwandt, wie man ja auch an den Ausführungsgängen der Drüsen dem kontinuirlichen Uebergange in das angrenzende epitheliale Gewebe begegnet.

Es sind theils rundliche, theils abgeplattete, theils zylindrische kernführende Zellen (Fig. 220 und 221), welche wir in den verschiedenen Drüsen antreffen. In der Regel, namentlich bei einer gewissen Weite der Gänge, kleiden jene Zellen epitheliumartig die Innenwand (Fig. 221) aus, so dass ein Lumen übrig bleibt, und nur bei engen Gängen, wie z. B. in der Leber, begegnet man einer Erfüllung durch einzelne, hinter einander gelegene Zellen. In Folge von Misshandlungen bei der Präparation, ebenso durch die Leichenzersetzung lösen sich aber jene aufgereihten Drüsenzellen sehr gewöhnlich ab, und erfüllen, vielfach in trümmerhaften Gestaltungen bis zu freien Kernen und Molekeln, den ganzen Drüsenhohlraum.

Auch noch in einer andern und zwar physiologischen Weise beurkunden die Drüsenzellen, wenigstens theilweise, ihre Verwandtschaft mit den epithelialen Bil-

dungen, nämlich in einer gewissen Vergänglichkeit ihrer Existenz und in dem Abfallen von der Drüsenwand. Schwankt die Lebensdauer auch in grösserer Breite, sind auch manche Drüsenzellen, wie diejenigen der Leber, der Nierengänge, ausdauernder Natur, so dass sie in langer Wiederholung gewisse Sekretbestandtheile bilden und abgeben, so liegen andererseits für das raschere Ablösen auch zahlreiche Beispiele vor. Bei jeder Magenverdauung trennen sich zahlreiche Zellen der Labdrüsen von ihrem Mutterboden, und überziehen in dickem schleimartigem Ueberzuge, wenigstens bei gewissen Säugethieren, die Mageninnenfläche. Andere Drüsen, welche ein fettiges Sekret bereiten, zeigen als physiologisches Vorkommniss die Fettdegeneration der Zellen, und die letzteren gehen hierbei ausnahmelos zu Grunde. In dieser Art wird durch den Untergang zahlloser Zellen das Sekret der Talgdrüsen, mancher Schweiss- und der Meibom'schen Drüsen, ebenso der Milchdrüsen gebildet.

Fig. 220. Leberzellen des Menschen; einkernige bei *a*, eine zweikernige bei *b*.

Ein Beispiel dieser physiologischen Zellenzerstörung kann uns Fig. 222, das länglich runde Bläschen einer Talgdrüse darbieten. Bei *a* erscheint dasselbe von geschichteten Lagen rundlicher Zellen ausgekleidet, in welchen bald in geringerer, bald in grösserer Menge die Fettmoleküle zu erkennen sind. Andere Zellen (*b*) mit einer grösseren Menge Fett sind schon vom Mutterboden abgestossen, und erfüllen, zum Theil bereits der Auflösung anheimfallend, den Hohlraum des Drüsenbläschens. So erklärt sich das Vorkommen freier Fettmassen im unteren ausleitenden Theile des letzteren; so kommt überhaupt der Hauttalg zu Stande. Die verschiedenen Zellen jener Drüsenform bei stärkerer Vergrösserung zeigt uns *B*, *a—f*.

Fig. 221. Sogenannte Magenschleimdrüsen. 1 Von der Kardia des Schweines; *a* die zylindrischen Zellen (bei 1' isolirt); *b* das Lumen. 2 Vom Pylorus des Hundes.

Wenn es sich nun um das Verfahren bei der Untersuchung unserer Organe handelt, so verlangen die Drüsenzellen (deren Beobachtung im lebenden Zustand leider fast noch gänzlich unterblieben ist) zunächst eine möglichst schonende Behandlung. Durchschnitte eines ganz frischen Theiles geben an die darüber hinfahrende oder kratzende Messerklinge Massen ab, welche, mit einer indifferenten Flüssigkeit ausgebreitet, die betreffenden Zellen oftmals in genügenden Beispielen vorführen werden. Mitunter wird man Drüsen antreffen, welche im lebenswarmen Zustande eine solche Derbheit besitzen, dass eine sehr scharfe angefeuchtete Rasirmesserklinge ganz dünne Schnitte zu entnehmen gestattet, welche dann mit indifferenten Zusätzen, wie lodserum oder hochverdünnter Chromsäure, die Lagerung jener Zellen zeigen, und bei genügender Zerzupfung auch Isolation ermöglichen. Doch gewöhnlich wird eine derartige Prozedur an der Weichheit des Gebildes scheitern. Hier empfehlen wir dann die Gefrierungsmethode als die beste der zur Zeit üblichen Verfahrungsweisen. Seit längerer Zeit, sobald es sich um die Erforschung der Zellen in situ handelt, sind erhärtende Methoden am Platze. Nicht zu empfehlen ist das Trocknen der Organe. Besser ist eine allmählich steigende Lösung von Chromsäure oder doppelchromsaurem Kali, mittelst welcher man treffliche Bilder gewinnt. Ausgezeichnet ist ein Einlegen kleiner Stücke der aus dem eben getödteten Körper entnommenen Drüsen in reichliche Mengen eines wasserfreien Alkohol, wo schon nach Stunden die nothwendige Konsistenz zu gewinnen ist.

Tinktionen der Drüsenzellen ruft man am besten mit Glycerin-Karmin, dem Ranvier'schen Gemisch von Pikrinsäure und Karmin oder Hämatoxylinlösung hervor.

Dass zur Erkennung der Inhaltsmassen auf jene Zellen chemische Reagentien vielfach zu verwenden sind, bedarf wohl kaum einer Erwähnung, ebenso, dass man sich dabei des möglichst frischen Gewebes zu bedienen hat.

Zur Ermittlung der Membrana propria der Drüsen empfehlen sich am meisten Lösungen kaustischer Alkalien.

Wollen wir nun die Anordnungsverhältnisse der letztgenannten Haut sowie den ganzen Aufbau der Drüsen untersuchen, so liegen uns hier verschiedene Methoden zur Auswahl vor. Das Trocknen mit nachfolgender Einwirkung von Alkalien auf den aufgeweichten Schnitt ist bei manchen Theilen mit Nutzen zu verwenden, so beispielsweise für die Drüsen der äusseren Haut, der Augenlider. Will man die in Mukosen eingebetteten Organe studiren, so ist es zu empfehlen, vorher die betreffenden Stücke mit Essig aufzukochen, und dann dem Austrocknen zu unterwerfen. Auch für die äussere Haut, die Milchdrüse, ebenso die Niere, ist diese vorbereitende Essigbehandlung sehr gut zu benutzen.

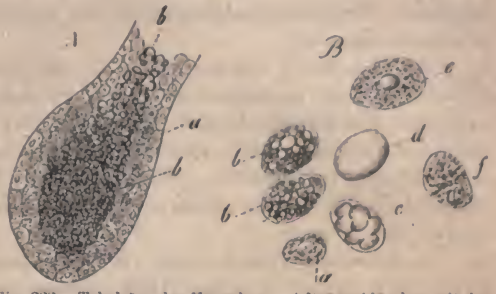


Fig. 222. Talgdrüse des Menschen. *A* Drüsenbläschen mit der Wand ansitzenden Zellen bei *a* und abgelösten fettüberladenen bei *b*. *B*, *a—f* verschiedene dieser Drüsenzellen.

Im feuchten Zustande können wir eine oft ausreichende Erhärtung durch Holzessig erzielen, und wie bei dem vorher erwähnten Verfahren vermöge der Aufhellung des Bindegewebes an dünneren Schnitten gute Ansichten gewinnen.

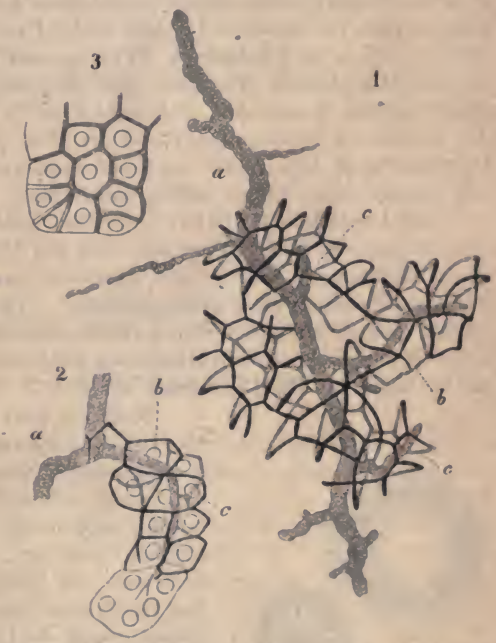


Fig. 223. Drüsenkanälchen aus dem Pankreas des Kaninchens, mit Brücke's Berliner Blau erfüllt, nach Saviotti. 1 und 2: *a* stärkerer Ausführungsgang; *b* derjenige eines Acinus; *c* feinste kapillare Gänge. 3 Ein Acinus mit Zellen und nur theilweise erfüllten Drüsenkapillaren.

Wichtiger erscheinen dagegen die drei oben besprochenen so vielfach verwendbaren Flüssigkeiten, Alkohol, Solutionen der Chromsäure und des doppelchromsauren Kali. In der That reicht man mit ihnen im Allgemeinen für das Drüsengewebe aus. Verzichtet man auf ein Auspinseln, so kann man energisch mit starken Konzentrationsstufen erhärten. Will man aber die eben erwähnte Prozedur noch vornehmen — und sie ist für die Erkennung der Drüsengerüstesubstanz, der Gefässe, etwaiger Muskeln etc. vom allergrössten Werthe —, so darf des Guten hier nicht zu viel gethan werden. Indessen auch bei aller Vorsicht wird man noch manchen Verschiedenheiten begegnen. Schnitte der Niere, des Hodens, flächenhafte Durchschnitte der

Magenschleimhaut pinseln sich im Allgemeinen leicht aus; schwierig ist es dagegen, für die Leber gute Ansichten zu erhalten. Zur Erkennung muskulöser Elemente in Drüsen bediene man sich des Palladiumchlorür.

Die feinen, Drüsen umspinnenden Blutgefässe werden durch den zelligen Inhalt jener in der Regel verdeckt, und auch nach dem sorgsamsten Auspinseln nur sehr ungenügend zur Anschauung gebracht. Die künstliche Injektion mit transparenten Massen, einem lichten Blau, sollte daher hier nicht vernachlässigt werden. Nach den einzelnen Organen ist dieses Verfahren natürlich ein sehr verschiedenartiges.

Auch noch in anderer Weise kommt die Injektionsmethode bei Drüsen, natürlich nur den voluminöseren, zur Verwendung, nämlich um ihre Hohlräume zu erfüllen. Kaltflüssige Massen (entweder und am besten rein wässerige, oder höchstens mit Glycerin, nicht aber Alkohol versetzte), ganz frische Organe und grosse Vorsicht sind erforderlich, sollen derartige Versuche einen Erfolg haben. Hier verdient die Benutzung eines konstanten Druckes bei weitem vor derjenigen der Spritze den Vorzug.

Auf diesem Wege hat man in interessanter Weise manchfach ein Netz sehr feiner, von unendlich zarter Hülle eingegrenzter Kanälchen, der »Drüsenkapillaren« zwischen den Sekretionszellen und eine jede derselbe einfassend nachgewiesen. Schon seit einiger Zeit kannte man jenes Netzwerk für die Leber. Wir werden dieser Gallenkapillaren später zu gedenken haben. In den letzten Jahren entdeckte man es auch in traubigen Drüsen, so im Pankreas (Langerhans, Saviotti, Gianuzzi), in den Speicheldrüsen (Pflüger und Ewald), in der Thränendrüse (Boll), in den Milchdrüsen (Gianuzzi und Falaschi). — Unsere Fig. 223 kann diese merkwürdigen Kanälchen, welche hier theils zwischen den Zellen selbst, theils an der Oberfläche zwischen jener und der Membrana propria verlaufen, versinnlichen. Indessen auch hier bleibt nach den neuesten Forschungen (Boll, Schwalbe, von Ebner) noch Vieles unklar und dunkel.

Zur Untersuchung fötaler Drüsen wähle man in absolutem Alkohol oder in Chromsäure erhärtete Embryonen und das Verfertigen von Schnitten in verschiedenen Richtungen. Auch die abgelöste äussere Haut, ebenso Schleimhäute gewähren oft rechte gute Flächenansichten. Die Entstehung der Membrana propria, ob von dem Zellenhaufen durch einen Abscheidungsprozess oder von der Nachbarschaft her in Folge einer Auflagerung auf jenen, bedarf genauerer Nachforschungen, als ihr bisher zu Theil geworden sind.

Noch ein paar Worte mögen zum Schlusse das pathologische Verhalten des Drüsengewebes berühren.

An den Drüsenzellen (ihrer epithelialen Natur entsprechend) erhalten wir Vermehrungs- und Degenerationserscheinungen, dann aber auch Umformung zu anderen Geweben. Diese geschieht aber auch wohl noch von der bindegewebigen, das Organ durchsetzenden Gerüstesubstanz, zu welcher die sogenannte Membrana propria der Drüse vielleicht überall zu rechnen ist.

Hypertrophieen einer Drüse zeigen uns in der Regel eine Mengenzunahme der Sekretionszellen, die wir zur Zeit auf einen lebhafteren Theilungsprozess beziehen. Doch können auch die vorhandenen Zellen selbst an Grösse zunehmen, und so eine Volumvermehrung bewirken. Beiderlei Verhältnisse findet man z. B. (freilich oft genug verbunden) an hypertrophischen Lebern.

Schon oben gedachten wir der Fetteinlagerung in das Innere der uns beschäftigenden Zellen. Für manche drüsige Organe bildet sie ein durchaus normales Vor-

Fig. 221. Kolloidumwandlung der Drüsenblasen der Thyreoidea. *a* vom Kaninchen; *b* vom Kalbe im Anfange.

kommniss. In andern ist ein derartiger Untergang der Zellen eine abnorme Erscheinung, ein Degenerationsvorgang. Pigmentirungen der Drüsenzelle sind seltener; Amyloidentartungen kommen wenigstens in manchen Fällen über jene Gebilde, während sie in der Regel die Gefässe und den bindegewebigen Theil betreffen.

Kolloidentartungen kommen wenigstens in einzelnen Drüsen, und zwar deren Zellen, namentlich bei der Thyreoidea (Fig. 224) ganz verbreitet vor.

Schwellungen des Bindegewebes, Zunahme der Zwischensubstanz, Prallwerden ihrer Bindegewebekörperchen, Kerntheilungen derselben begegnet man bei einfachen entzündlichen Reizungszuständen. Nachhaltigere Zunahme des Drüsenbindegewebes kann zum Untergang der Drüsenzellen in den komprimirten Hohlräumen führen. Dass tuberkulöse und typhöse Entartungen, karzinomatöse Neubildungen in drüsigen Organen ebenfalls vom Bindegewebe ihren Ausgang nehmen, war bisher die verbreitete Annahme der Neuzeit. Unser dermaliges Wissen über die Strukturveränderungen der Leber und Niere kann für die spätere Erforschung kleiner drüsiger Organe einen wichtigen Ausgangspunkt bilden.

Kysten entstehen erfahrungsmässig vielfach von Drüsengängen, wenn bei gehemmter Ausfuhr das Sekret sich mehr und mehr ansammelt, und den Gang erweitert.

Neubildung von Drüsengewebe und ganzen drüsigen Organen ist ebenfalls kein seltenes Vorkommniss. Ersteres sieht man an hypertrophischen Gebilden. Ganze Drüsen entstehen in Schleimpolypen. Ebenso treffen wir neben Haaren, Zähnen etc. auch Schlauch- und Talgdrüsen in Eierstockskysten.

Besondere Untersuchungsmethoden sind hier nicht zu erwähnen.

Siebzehnter Abschnitt.

Verdauungswerkzeuge.

Das Studium des Verdauungsapparates, seiner Wandungen, der mit ihm verbundenen Drüsen so wie seiner Inhaltsmassen stellt einen umfangreichen Abschnitt der mikroskopischen Untersuchung her. Die so leicht eintretende Zersetzung lässt freilich die meisten menschlichen Leichen wenig geeignet erscheinen, so dass man für viele Texturverhältnisse sich vortheilhafter an das eben getödtete Säugethier halten wird. Noch am günstigsten sind die Körper neugeborner Kinder.

Die Lippen bieten einen Uebergang der äusseren Haut zu dem Schleimhautgewebe, sowohl nach ihrer Epithelial- als ihrer Faserlage dar. Man untersucht den feineren Bau derselben entweder an getrockneten (auch vorher in Essig abgekochten) oder durch Alkohol und Chromsäure erhärteten Präparaten. Die vor einigen Jahren an ihnen beobachteten kleinen Talgdrüsen erkennt man bei Essigsäureanwendung ohne grosse Schwierigkeiten.

In der Mund- und Rachenhöhle bieten sich die Schleimhaut mit den ihr angehörigen kleinen Drüsen, die (schon oben besprochenen) Zähne, die Zunge, Tonsillen und Zungenbälge, endlich die Speicheldrüsen, sowie das Mundhöhlensekret, der Speichel, zur Untersuchung dar.

Um die so nothwendige Füllung der Blutgefässe dieser Anfangspartie vorzunehmen, möchten wir kleinere Säugethiere und das oben (S. 212) für das Gehirn

erwähnte Einsetzen in den Aortenbogen empfehlen. Man erhält so sehr leicht vollständige Injektion der Mundhöhle, der Zunge und des Rachens. Der späteren Hämatoxylintinktion wegen verdient Karmin den Vorzug.

Die Schleimhaut mit ihren Papillen, Gefässen, Nerven und Drüsen kann man schon an möglichst dünnen Vertikalschnitten frischer Präparate, welche dann mittelst Natronlauge oder verdünnter Essigsäure weiter aufgehellt werden, durchmustern. Doch ist die Gewinnung jener bei einem so weichen und schlüpfrigen Gewebe immerhin eine mühsamere Arbeit, so dass die üblichen Erhärtungsmethoden natürlich auch hier zur ausgedehntesten Verwendung kommen.

Fig. 225. Injizirte Papille aus dem Zahnfleisch des Kindes.

Gute Weingeistpräparate lassen dann mit Leichtigkeit die Schleimhaut und zahlreiche keglige oder fadenförmige Papillen, überzogen von dem stark geschichteten Plattenepithelium, erkennen (Fig. 225). Die so zahlreichen traubigen oder Schleim-Drüschen der Mundhöhle treten bei Anwendung jener Säure oder, noch besser, nach Benutzung alkalischer Laugen hervor. Ihre Bläschen erscheinen vielfach stark verlängert (Puky Akos) und ihre Drüsenzellen zylindrisch. Ein schönes Objekt bildet hierzu die Gaumenschleimhaut des Kaninchens, des Hundes und der Katze.

Interessant ist es, dass an der Zungenwurzel des Menschen und der Säugethiere zweierlei traubige Drüsen mit verschiedenem Inhalte vorkommen, gerade ebenso, wie wir es bei den grossen Speicheldrüsen, der Gl. submaxillaris und Parotis, später treffen werden (Ebner).

Um die erste Anordnung der Nerven zu erkennen, ist die allmähliche Erhärtung in schwacher Solution von Chromsäure oder chromsaurem Kali mit nachfolgender Benutzung einer sehr verdünnten Essigsäure zu empfehlen. Auch ein Einlegen des frischen Gewebes in das bei der Untersuchung der Muskelnerven erwähnte essigsaure Wasser (1—2 Tropfen Essigsäurehydrat auf 50 Kcm.) ergiebt nach 12—24 Stunden, namentlich bei niederen Wirbelthieren, sehr geeignete Objekte. Endlich hat man von dem Holzessig hier vielfachen Gebrauch gemacht. Für genauere Studien wären Osmiumsäure und Goldchlorid zu versuchen.

Die Untersuchung der Zunge erfordert, je nachdem man dieses oder jenes über den Bau des komplizirten Organes sich vorführen will, verschiedene Methoden.

Um die Anordnung der Muskeln mehr im Gröberen zu verfolgen, verwendet man längere Zeit in Weingeist gelegene Zungen oder auch frische, welche man jedoch so lange mit Wasser kochen muss, bis sie ganz weich geworden sind. Um feinere Durchschnitte zu gewinnen, greife man auch hier zum Erhärten in Alkohol oder der Gefrierungsmethode. Dünne Schnitte gehen alsdann, gefärbt mit Karmin und in essigsaurem Wasser abgewaschen oder mit Hämatoxylin oder nach der Schwarz'schen Methode mit Karmin und Pikrinsäure tingirt, ebenso auch noch bei unmittelbarer Applikation von Essigsäure oder verdünnter Natronlauge schöne Bilder. Die Zungen kleiner Säugethiere verdienen übrigens den Vorzug vor denjenigen grösserer, ebenso auch die der Embryonen vor denjenigen der älteren Geschöpfe.

Man hat seit einiger Zeit den Theilungen der Zungenmuskelfäden grössere Aufmerksamkeit geschenkt. Bei niederen Amphibien, Fröschen, Tritonen etc. entdeckt man dieselben leicht durch die übliche Mazeration in verdünntem Holz-

essig; ebenso empfiehlt sich ein Einlegen in sehr verdünnte Chromsäurelösungen. Später hat man die starke Salzsäure (s. oben S. 74) zu diesem Zwecke verwendet, und ist so auch zur Wahrnehmung getheilter Fäden bei der menschlichen Zunge gelangt (Rippmann). Die Verbindung der in den Papillen der Froschzunge aufsteigenden Muskelfasern — oder ihres Sarkolemm — mit den Bindegewebekörperchen, welche Billroth beobachtete und Key bestätigte, ist an Holzessigpräparaten zu verfolgen.

Die Schleimhaut der menschlichen Zunge mit ihrem Plattenepithelium erfordert keine besonderen Methoden. Die oft so langen Epithelialfortsätze der Papillae filiformes lassen nach Anwendung der Alkalien ihre Zusammensetzung aus einzelnen Zellen erkennen.

Die Nervenendigungen der Zunge besprechen wir weiter unten bei den Sinnesorganen.

Die Injektion der Blutgefässe bietet auch bei grösseren Thieren keine Schwierigkeiten dar. Für Lymphgefässe und lymphatische Bahnen überhaupt, welche in der Zunge reichlich vorkommen, und in den fadenförmigen Papillen blindsackige Axenzüge bilden, dient das bekannte Einstichsverfahren.

Zum Einschluss bleibender Präparate eignet sich Glycerin oder nach vorhergegangener Tinktion mit Karmin oder Hämatoxylin der Kanadabalsam. Man erhält bei derartigen Methoden treffliche Objekte, welche vieles histologische Detail erkennen lassen, nicht bloss für den Anfang, sondern auch für den ganzen Verdauungsapparat.

Auch dem experimentirenden Pathologen ist in den letzten Jahren die Zunge der Säugethiere als ein günstiges Objekt von Bedeutung geworden. Wywodzoff und Thiersch haben an ihr den Wundheilungsprozess studirt. Leiminjektionen der Blutbahn können hierbei nicht entbehrt werden. Um das Gewebe des mit Karmin ausgespritzten Organes sichtbar zu machen, bediente sich Thiersch der S. 96 erwähnten Silberimprägnation.

Ueber die Untersuchungsmethoden der Tonsillen (Fig. 226) und Zungenbalgdrüsen können wir rasch weggehen, denn es sind jene dieselben wie für andere lymphoide Organe. Die Chromsäure, das doppelchromsaure Kali und der Alkohol kommen als Erhärtungsmittel auch hier zur Verwendung. Dünne Schnitte, vorsichtig ausgepinselt und tingirt, lassen leicht den Bau erkennen. Doch beobachte man bei den so zahlreichen Erkrankungen der Mandeln die Vorsicht, die Leichen neugeborner oder kleiner Kinder zu verwenden, ebenso bei Säugethieren jüngere Exemplare. Von jenen möchte ich besonders Hunde, Schweine und Kälber empfehlen. Die Einstichsmethode, unter das umhüllende Gewebe vorsichtig geübt, füllt die zahlreichen lymphatischen Bahnen beim Kalbe und Ochsen ohne Schwierigkeit, etwas mühsamer beim Hunde; dagegen nach bisherigen Erfahrungen höchst selten in genügender Weise beim Schweine.

Fig. 226. Tonsille des Erwachsenen (nach Schmidt). *a* Grösserer Ausführungsgang; *b* einfacherer; *c* lymphoide Wandschicht mit Follikeln; *d* Läppchen an einen Zungenbalg erinnernd; *e* oberflächliches, *f* tiefere Schleimdrüschen.

Die Zungenbalgdrüsen sind schwer zu injiziren, verhältnissmässig leicht dagegen in ihrem Bau zu erkennen.

Um die aus den Tonsillengruben hervorquellenden Speichelkörperchen zu erhalten, nehme man ein eben getödtetes Kalb, und drücke vorsichtig auf die abgelöste Tonsille. Ein dicker glasiger Schleim mit einer Menge jener Zellen wird alsdann zum Vorschein kommen.

Die Speicheldrüsen sind in neuerer Zeit manchfach durchmustert worden. Eine ganze Reihe von Untersuchungsmethoden liegen vor. Heidenhain und Pflüger verwenden zur Erhärtung absoluten Alkohol mit nachfolgender schonender Karminfärbung. Zerzupfungspräparate können aus feinen Schnitten des ganz frischen Organes gewonnen werden unter Beigabe des Drüsensekretes, des Humor aqueus, des Iodserum oder einer ganz verdünnten Chromsäure (0,02—0,04 %) mit einer kleinen Beigabe der vorhergenannten Flüssigkeit.

Zur Mazeration empfiehlt Heidenhain Iodserum, Chromsäure von 2—30 Millegrms auf 30 Kcm. oder doppelchromsaures Kali von 15 Millegrms bis 93 Centigrms. Auch saures Wasser (0,02 % Eisessig) mit nachfolgendem Einlegen in Chromsäure (3,75 Millegrms auf 30 Kcm.) ergiebt gute Präparate.

Pflüger verwendet Iodserum in 4—6tägiger Einwirkung entweder allein oder mit nachfolgendem Einlegen in Chromsäure von 0,02 %. Sehr gut (Submaxillaris des Kaninchens) ist es ferner, dem Organ in einem kleinen Gläschen 4—8 Tropfen jener Chromsäurelösung beizugeben, und nach einer Stunde, wenn dasselbe durch Quellung gehärtet ist, feine Schnitte behufs der Zerzupfung zu entnehmen. Auch die 33%ige Kalilösung verdient Verwendung. Für die Nervenendigung dient Osmiumsäure.

Wir lassen Pflüger's neueste Vorschrift hier folgen:

Man fertige mit dem Rasirmesser sehr feine Schnitte aus der Submaxillardrüse des Ochsen. Man zerzupfe dieselben in Osmiumsäure von 1,003 spez. Gew. und bedecke sie mit einem unterstützten Deckgläschen. Eine Reihe derartiger Objekte sind dann während eines Tages in die feuchte Kammer (S. 61) zu bringen. Hinterher kann man das beigefügte Wasser durch Glycerin verdrängen. Die Zellen wird man alsdann schwach, die Nerven aber schwarz gefärbt finden.

Krause hat molybdänsaures Ammoniak mit nachfolgender Behandlung durch Eichengerb- oder Pyrogallussäure (S. 93) benützt, Ranvier endlich zur Mazeration verdünnte, zur Erhärtung konzentrirte Pikrinsäure und für letztere Präparate die Tinktion mit Pikro-Karmin (S. 91). — Die Injektion der Blutbahn bietet, z. B. an der Submaxillaris des Hundes, keine Schwierigkeit. Zum Nachweis der Lymphwege empfiehlt Gianuzzi das gleiche Organ in den Zustand des Oedem zu versetzen. Man kann hier die natürliche Injektion verwenden, indem man die am Hilus unterbundene Drüse mit Schonung der Kapsel herausnimmt, und ein paar Tage lang erst in einer Lösung von chromsaurem Kali und dann in Alkohol erhärtet. Oder man injizirt die herausgenommene Drüse zuerst vorsichtig von den Arterien aus bei Offenbleiben der Venenmündung mit gefärbtem Leim, hängt sie dann, um grössere Festigkeit der Kapsel zu erzielen, ein paar Tage lang in Alkohol, und macht endlich einen Einstich neben der Arterie an der Stelle, wo sie am Hilus in das Drüsengewebe sich einsenkt.

Die Submaxillardrüse mancher Säugethiere, wie des Hundes und der Katze (nicht aber des Kaninchens), ist eine Schleimdrüse. Man erkennt im ruhenden Organe (Fig. 227) neben körnigen, Protoplasma enthaltenden Zellen (*b*), welche häufig klein und zusammengedrängt ein halbmondartiges Ding (*c*) am Rande des Drüsenbläschens darstellen (»Halbmond« von Gianuzzi), andere Drüsenzellen (*a*), grösser und glasartig hell, deren Inhalt durch Karmin nicht geröthet wird, und sich als Schleim ergiebt. Unsere Abbildung zeigt noch ein eigenthümliches, sehr leicht zu erkennendes Verhältniss, eine zierliche Längsstreifung der zylindrischen Epithelialzellen im Ausführungskanal (*d*).

Als Heidenhain die Unterkieferdrüse des Hundes durch fortgesetzte Nervenreizung zu starker Sekretion gezwungen hatte, ergab sie ein ganz anderes Bild (Fig. 228). Die sogenannten Schleimzellen hatten das Mucin abgegeben; ein Protoplasma bildete wiederum ihren Körper (*a*). So fassen wir wenigstens in Uebereinstimmung mit Ewald und Ranvier die Thatsache auf.

Die Drüsenzellen der Parotis erscheinen dagegen stets körnig. Eine Umwandlung ihrer Substanz in eine homogene schleimige Masse hat bisher Niemand beobachtet.

Will man Injektionen des Kanalwerkes (S. 110 Anm.) versuchen, so ist kaltflüssiges Blau ohne Alkohol die beste Injektionsmasse.

Der Zustand der Mundhöhle und die in ihr enthaltenen Flüssigkeiten bedürfen endlich noch einer kurzen Besprechung. Die letzteren bestehen aus dem Gemisch von Schleim und den Absonderungen der in jene Höhlung mündenden zahlreichen Drüsen, namentlich dem Sekrete der Speicheldrüsen. Zu diesem wesentlichen Inhalte können sich aufgeräuspert und aufgehustet die Absonderungsprodukte der Luftwege, dann durch Erbrechen zurückgebliebener Mageninhalt, ebenso Speisereste, Staubtheile hinzugesellen.

Fig. 227. Unterkieferdrüse des Hundes. *a* Schleimzellen; *b* Protoplasmazellen; *c* Halbmond von Gianuzzi; *d* Querschnitt eines Ausführungskanälchen mit dem eigenthümlichen Zylinderepithel.

Untersucht man die Wände der Mundhöhle, so sind dieselben, namentlich die fadenförmigen Papillen auf dem Zungenrücken (Fig. 229) und das Zahnfleisch am Grunde der Zahnkronen mit einem bald dünneren, bald dickeren leicht gebräunten feinkörnigen Ueberzuge bedeckt, welcher neben zersetzten thierischen Massen die Fäden und Trümmer eines niederen pflanzlichen Organismus aus der Abtheilung der Schizomyzeten (Nägeli) enthält. Derselbe (Leptothrix buccalis Robin) besteht aus einem Gewirr höchst feiner Fäden.

Die gastrisch belegte Zunge zeigt uns bei rauher Beschaffenheit eine Wucherung der bekannten Epithelialfortsätze der Papillae filiformes, oder bei glatter Oberfläche eine aus luxuriirenden Epithelialzellen, obigen Pflanzenfäden und Schleimkörperchen zusammengesetzte Decke.

Fig. 228. Dieselbe Unterkieferdrüse nach anhaltender Nervenreizung nach Heidenhain. *a* Protoplasmazellen; *b* übrig gebliebene Schleimzellen.

Fig. 229. Eine fadenförmige Papille mit ihren Epithelialfortsätzen und über dieselbe gebreitet die Muttersubstanz von Leptothrix buccalis, sowie einzelnen Fäden der letzteren.

Man kann die betreffenden Massen durch Abstreifen mit einer Messerklinge aus dem lebenden Körper leicht untersuchen. Um die ganze Anordnung zu verstehen, bediene man sich frischer Leichen, und greife nach vorheriger Erhärtung besonders zu vertikalen Schnitten.

Der eben erwähnte vegetabilische Organismus muss bei seiner Häufigkeit geradezu als ein fast normales Vorkommniss bezeichnet werden. Ein anderer pflanzlicher Parasit aus der Gruppe der Pilze, Oidium albicans, findet sich bei dem Soor (Muguet), einer sehr häufigen Krankheit der früheren Säuglingszeit (Fig. 230). Seine Ansammlungen erscheinen bei den gewöhnlichen geringeren Graden des Uebels als weissliche, später graugelbliche Platten, bald mehr vereinzelt, bald konfluirend und bei hohen Graden fast die ganze Mundhöhle bedeckend, ja bis in die Speiseröhre hinabsteigend. Bringen wir mit Wasser oder etwas alkalischer Flüssigkeit versetzt eine Probe unter das Mikroskop, so kommen gegliederte, viel breitere Pilzfäden (*a*) mit Sporen (*b*) und Myzelien vor, so dass eine Verwechslung mit der so feinfadigen Leptothrix buccalis nicht möglich ist.

Fig. 230. Soorpilz, Oidium albicans des Säuglings. *a* Pilzfäden; *b* Sporen; *c* Plattenepithelien des Mundes.

Was den Speichel betrifft, so zeigt uns derselbe, in einem Tropfen unter das Mikroskop gebracht, bald in geringerer, bald in grösserer Menge eingeschlossene Luftblasen, dann die abgetrennten Plattenepithelien der Mundhöhle, welche theils noch in Fetzen zusammenhängen, theils vereinzelt in der Flüssigkeit umhertreiben (Fig. 231), und entweder mit unverändertem Ansehen, oder schon einer gewissen Mazeration anheimgefallen erscheinen. Endlich bemerkt man als niemals fehlendes freilich wiederum in wechselnder Menge auftretendes, Formelement die Speichelkörperchen, verwässerte Lymphoidzellen. Frische lebende Gebilde dieser Art zeigen bei einer stärkeren Vergrösserung ein deutliches Tanzen der in ihrem Körper vorkommenden Elementarkörnchen. Abgestorbene, in Zersetzung befindliche Speichelkörperchen bieten dem entsprechend jenes Bewegungsphänomen auch nicht mehr dar.

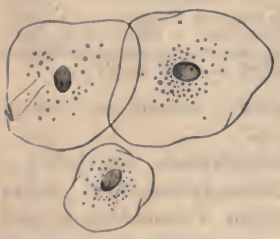


Fig. 231. Plattenepithelien der Mundhöhle.

Fäden von Baumwolle, Leinwand etc., Speisereste, z. B. Fleischfasern, Stärkemehlkörner, Stücke von Pflanzengeweben, Fragmente von Milch, in Gestalt von Fettkügelchen und Tröpfchen erscheinend, stellen zufällige Speichelbestandtheile her.

Die Untersuchungsmethoden der Speiseröhre sind dieselben wie diejenigen der Mundhöhle, und können darum von uns übergangen werden.

Von hoher Wichtigkeit ist dagegen die Erforschung des Magens. Zu seiner Untersuchung vermeide man, wo immer möglich, ältere Leichen, und halte sich für viele Beobachtungen nur an das frisch getödtete, noch nicht erkaltete Säugethier. Feine Schnitte durch das weiche Gewebe sind schwer zu erzielen, sehr leicht dagegen durch die gefrorne Wandung. Sie werden unter Beigabe indifferenter Flüssigkeiten die Labdrüsen der Schleimhaut, die Drüsenzellen, endlich das Zylinderepithelium ihrer Ausmündungen, sowie der dazwischen befindlichen Flächen gewahren lassen. Für jenen delikaten Zellenbeleg hat man kürzlich ein nicht allzulanges Einlegen in eine Osmiumsäure von $^1/_4$—$^1/_8$ % empfohlen (Einstein). Der Zusatz verdünnter Alkalien löst hier rasch jene Drüsenzellen auf, so dass die Membranen der Schläuche allein übrig bleiben. Zu einem genaueren Studium ihrer Anordnungsverhältnisse, sowie anderer im Schleimhautgewebe gelegener Formbestandtheile, sind dagegen auch hier erhärtende Methoden (absoluter Alkohol, Chromsäure, chromsaures Kali, Osmiumsäure) erforderlich. Injektionen gelingen leicht. Bei kleinen Geschöpfen wählt man entweder die Arteria coeliaca oder die

Vena portarum; bei grossen Thieren verwendet man einen auf der Aussenfläche des Magens befindlichen Arterienast.

Um schöne Ansichten der schlauchförmigen Magendrüsen zu gewinnen (Fig. 232), verfertigt man am besten aus einer in wasserfreiem Weingeist erhär-

Fig. 232. Vertikalschnitt der menschlichen Magenschleimhaut. *a* Papillen der Oberfläche; *b* Labdrüsen.

Fig. 234. Verschiedene Formen der Labzellen des Menschen.

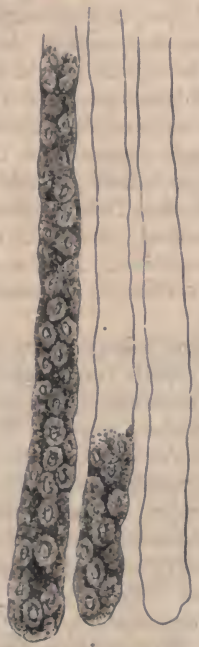


Fig. 233. Drei Labdrüsen des Menschen.

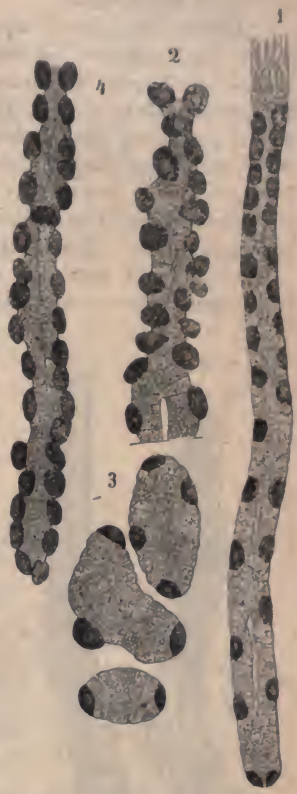


Fig. 235. Labdrüsen des Hundes nach Heidenhain, die Labzellen durch Anilinblau verdunkelt. 1 Die Drüse des hungernden Thiers; 2 Stück der geschwellten in der ersten Verdauungsperiode; 3 Quer- und Schiefschnitte derselben; 4 Drüsenschlauch am Ende der Verdauung.

teten Schleimhaut dünne Vertikalschnitte, welche ohne tiefer eingreifende Reagentien nur mit Glycerin versetzt untersucht werden. Man erkennt alsdann leicht die einfachen und komplizirten Drüsenschläuche, sowie die verschiedenen Erscheinungsformen der sie auskleidenden Zellen. Für weiteres Detail bilden Tinktionen ein wichtiges Hülfsmittel. Wir empfehlen hier die Heidenhain'schen Vorschriften über Karmin und Anilinfärbung (S. 91 und 93). Natürlich sind für andere Verhältnisse feine Querschnitte unentbehrlich.

Die eine Form der Magenschläuche (Fig. 233) trägt den Namen der Labdrüsen. Sie, welcher wir zur Zeit mit Sicherheit allein die Produktion des Pepsin zuschreiben können, bietet uns bei erster Betrachtung einen dichten Inhalt grosser körnerreicher Zellen (Fig. 234).

Indessen genauere Untersuchungen der Neuzeit (Heidenhain, Rollett) ergeben eine weitere Zusammensetzung. Man hat zweierlei Formen der Drüsenzelle zu unterscheiden. Die eine, kleiner und durchsichtiger, pflegt in zusammenhängender Lage den ganzen Innenraum des Schlauches auszukleiden, die andere,

grösser und granulirter, isolirt mehr äusserlich zu erscheinen. Letztere ist die Labzelle der Schriftsteller, von Heidenhain Belegzelle, von Rollett delomorphe Zelle genannt. Die kleinere kontinuirliche Form nennt ersterer Forscher Hauptzelle, letzterer adelomorphe. Unsere Fig. 235 versinnlicht aus dem Hundemagen (welcher sich zu diesen Untersuchungen besonders eignet) das besprochene Verhältniss.

Höchst interessant sind eine Reihe Angaben Heidenhain's über das Verhalten der Labdrüsen im Zustande der Ruhe und der Thätigkeit. Beim hungernden Thiere erscheinen die Drüsenschläuche geschrumpft, mehr glattrandig und ihre Hauptzellen durchsichtig (Fig. 235, 1). Einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme gewähren die Labdrüsen ein ganz anderes Bild (2. 3). Sie sind geschwellt, die Wandungen ausgebuchtet, die Hauptzellen vergrössert und durch einen feinkörnigen Inhalt getrübt. In späterer Zeit endlich (4) ist wieder eine Abschwellung eingetreten, die Hauptzellen sind beträchtlich verkleinert, aber auch sehr reich an körniger Masse. Ihre Tinktionsfähigkeit geht damit proportional.

Untersucht man den dicken schleimigen Ueberzug, der auf der Innenfläche des Magens pflanzenfressender Säuger, namentlich der Nagethiere, vorzukommen pflegt, so enthält derselbe eine beträchtliche Anzahl der betreffenden Drüsenzellen, welche theils vollkommen unverändert, theils auf verschiedenen Stufen des Zerfalls erscheinen, und so einen Ueberschuss des für die Magenverdauung unentbehrlichen Fermentkörpers bilden.

Fig. 236. Sogenannte Magenschleimdrüsen. 1 Einfacher Schlauch des Schweins; *a* das zylindrische Epithelium; *b* Lumen. 1* isolirte Zellen. 2 Zusammengesetzte Schlauchdrüse vom Hunde.

Eine andere Form der Drüsenzelle in theils einfachen, theils verzweigten Schläuchen (Fig. 236, 1. 2), den sogenannten Magenschleimdrüsen, ist die zylindrische, wie sie den Lieberkühn'schen Drüsen tieferer Partieen des Verdauungskanales zukommt. Indessen während die Zellen des ausführenden (mitunter sehr langen) Drüsentheiles mit dem Zylinderepithel der Magenoberfläche vollkommen übereinstimmen, erscheinen im Grunde des Drüsenkörpers niedrigere körnerreichere Zellen, welche durch Essigsäure eine starke Trübung erleiden. Man wird also an die Heidenhain'schen »Hauptzellen« der Labdrüsen erinnert. Auch gegenüber den oben erwähnten Tinktionsmethoden mit Karmin und Anilinblau verhalten sich beiderlei Zylinderzellen der sogenannten Magenschleimdrüsen verschieden. Die eigentlich drüsigen Zellenelemente im Grunde des Schlauches erscheinen körnerreich während der Magenverdauung oder Magenreizung, körnerarm beim hungernden Thiere (Ebstein). Ueber die fermentirenden Eigenschaften jener Zellen (1*) ist leider noch keine Uebereinstimmung der Versuche zu erzielen gewesen.

Etwas gepinselte horizontale Schnitte zeigen dann das gewöhnliche faserige Schleimhautbindegewebe zwischen den Drüsen (Fig. 237). In der Regel ist es ganz frei von Lymphkörperchen. Dass es aber unter Umständen beim Menschen einen anderen mehr retikulären Charakter gewinnen, und Lymphzellen erzeugend werden kann, ist nach vorhandenen Angaben genauer Beobachter nicht zu bezweifeln. Ohnehin spricht für diese Umwandlung des Schleimhautgewebes ja das bei manchen Personen häufige Vorkommen zerstreuter lymphoider Follikel, der sogenannten linsenförmigen Drüschen in und unter der Mukosa des Magens.

Zur Erkennung der Schleimhautmuskulatur wende man entweder bei Vertikalschnitten der frischen Schleimhaut 10—20 Minuten lang die 30—35 %ige Kali-

lauge an, oder man bediene sich guter Weingeistpräparate und tingire deren dünne Schnitte mit Karmin (unter nachfolgender Essigsäureeinwirkung). Ebenso verdient hier wie für den ganzen Verdauungsapparat die Schulze'sche Chlorpalladiummethode mit Karminfärbung und die Schwarz'sche Doppeltinktion mit Karmin und Pikrinsäure Empfehlung. Auch ein Einlegen der frischen Magenschleimhaut in sehr verdünnte Essigsäure oder Holzessig verdient erwähnt zu werden, wie denn diese beiden Flüssigkeiten noch das wichtigste Hülfsmittel bilden, wenn es sich um Untersuchung der mit kleinen Ganglien besetzten Magennerven handelt. Man erkennt sie noch leicht in der Submukosa; in die Schleimhaut selbst eingetreten, entziehen sie sich der weiteren Beobachtung.

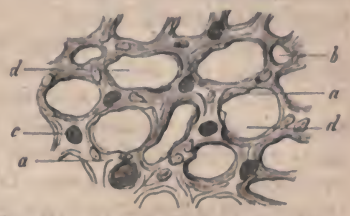


Fig. 237. Querschnitt durch die Magenschleimhaut des Kaninchens. *a* Schleimhautgewebe; *b* Querschnitte leerer und injizirter Blutgefässe *c*; Lücken für die Labdrüsen *d*.

Lange Jahre hindurch blieben alle Bemühungen, ein lymphatisches Kanalwerk in der Schleimhaut des Magens aufzufinden, vergeblich. Endlich gelang es der Geschicklichkeit und der Ausdauer Lovén's, diese schöne Entdeckung zu machen. Fig. 238, durch die freundliche Güte des schwedischen Forschers uns mitgetheilt, gewährt einen interessanten Einblick in diesen mächtig entwickelten lymphatischen Apparat. Wir kennen ihn übrigens durch Autopsie.

Fig. 238. Lymphgefässe der Magenschleimhaut des erwachsenen Menschen (Originalzeichnung von Lovén).

Pathologische Veränderungen der Magenwandungen kommen ziemlich häufig vor.

In Folge chronischer Katarrhe, ebenso nach kleinen hämorrhagischen Ergüssen nimmt die Schleimhaut nicht selten über kleinere oder grössere Stellen eine schiefergraue Färbung an, und das Mikroskop ergiebt eine Einbettung von schwarzen Pigmentmolekülen. Bei geringeren Graden des Uebels zeigen sich die Magendrüsen wohl erhalten; doch erscheinen sie oft durch grössere Zellenmassen ausgedehnt und der Inhalt letzterer getrübt (Förster). Bei derartigen Zuständen findet man nicht selten eine höckerige »mamellonirte« Oberfläche der Schleimhaut, welche theilweise durch vergrösserte lymphoide Follikel, theils durch eine lokale Hypertrophie der Schleimhaut und ihrer Drüsen, mitunter auch durch eine Entwicklung von Träubchen des Fettgewebes in der Submukosa bedingt ist. Höhere

Grade können zu polypösen Auswüchsen sich gestalten. Ebenso kann es zu einer von der Muscularis ausgehenden Neubildung glatten Muskelgewebes und zwar am Pylorus kommen, welche dann zu einer ringförmigen Verengerung des letzteren führt, und früher vielfach irrthümlich als Magenkrebs aufgefasst worden ist. Vertikalschnitte des erhärteten Gewebes werden in solchen Fällen ohne Schwierigkeit die Anordnung zeigen.

Verhältnissmässig geringe Resultate für die Zwecke des praktischen Arztes hat zur Zeit die mikroskopische Untersuchung erbrochener Massen ergeben.

Unter ihnen (Fig. 239) erscheinen zunächst die Bestandtheile der genossenen Nahrungsmittel. Dieselben sind natürlich der mannichfachsten Art, und treten uns theils unverändert, theils wenig geändert, theils durch die lauwarme saure Magenflüssigkeit unter beginnender Zersetzung oder durch die Fermentwirkungen des Magensaftes auf verschiedenen Stufen der Verdauung entgegen. Hierbei vergesse man indessen nicht, die schon durch die Zubereitung der Speisen hervorgerufenen Texturveränderungen ihrer Bestandtheile in Anschlag zu bringen.

So begegnen wir in verschiedener Beschaffenheit den Körnern des Stärkemehls (*g*), welche bekanntlich nach den einzelnen Arten der Stärke (Roggen, Weizen, Gerste, Erbsen, Kartoffeln) ein ungleiches Ansehen besitzen. Zu ihrer Erkennung, sollte jemals dem Beobachter ein Zweifel entstehen, dient der Zusatz von Iod (S. 79). Ferner treten uns, herrührend von Gemüsen, die mannichfachsten Zellen des Pflanzengewebes, Spiralfasern und anderes darauf Bezügliche entgegen.

Fig. 239. Formbestandtheile erbrochener Massen. *a* Labzellen; *b* Zylinderepithelien; *c* Schleimkörperchen; *d* Pflasterzelle der Mundhöhle; *e* Sarcina ventriculi; *f* Cryptococcus cerevisiae; *g* Amylonkörper; *h* Fetttropfen; *i* Muskelfaden.

Gehen wir zu den thierischen Nahrungsmitteln über, so finden sich Fettmoleküle und Fetttropfen (*h*), abstammend von Milch und Fettgewebe, ferner bindegewebige Theile mit glasartiger Zwischensubstanz, aber nicht affizirten Zellen und den ebenfalls unveränderlichen elastischen Fasern. Einen sehr gewöhnlichen Bestandtheil erbrochener Nahrungsmassen bilden natürlich bei unserer Lebensweise Muskelfasern (*i*). Dieselben erscheinen vielfach durch die freie Magensäure auf jener Umwandlungsstufe, deren wir schon früher (S. 194) als Effekt der 0,1 %igen Salzsäure gedacht haben, d. h. mit deutlichen Querlinien und dem Zerfall in Platten oder Disks. Knorpelstücken wird man beim Menschen schon seltener begegnen, noch weniger einmal einem Knochenfragment. Während es dem Praktiker genügt, diese Formbestandtheile richtig zu erkennen, bieten ihre Umänderungen dem Histologen und Physiologen ein interessantes Phänomen dar, wie es denn sehr wünschbar wäre, dass die Wirkungen des Magensaftes auf die verschiedenen thierischen Gewebe einmal Objekt eines systematischen Studium würden, einer Arbeit, welche mit künstlich bereitetem Succus gastricus leicht genug anzustellen ist.

Zu diesen Formbestandtheilen genossener Nahrungsmittel kommen dann als Zumischungen von sehr ungleicher Menge hinzu die abgetrennten Epithelien des Verdauungskanales — plattenförmige Zellen der Speiseröhre und höher gelegener Theile (*d*), zylindrische der Magenschleimhaut (*b*), — ebenso die zelligen Elemente der Schleim- und Schlauchdrüsen (*a*), allerdings vielfach nur in Trümmern sichtbar, endlich mit granulirtem Ansehen die Schleimkörperchen (*c*).

Pathologische Zustände des uns beschäftigenden Organs können natürlich den erbrochenen Massen neue Bestandtheile hinzugesellen.

Die wässerige opalisirende meist saure Flüssigkeit, welche bei sogenannter Pyrosis ausgebrochen wird, lässt uns vorwiegend Epithelialzellen und Schleim-(Speichel-)körperchen erkennen. Grünes Erbrechen zeigt nichts Besonderes bei

der mikroskopischen Beobachtung. Das Kolorit ist bekanntlich durch Gallenfarbestoff entstanden.

Auch die reiswasserähnlichen, bei der asiatischen Cholera erbrochenen Massen lassen neben abgetrennten Plattenepithelien der Mund- und Rachenhöhle recht zahlreiche Schleimkörperchen wahrnehmen. Sehr spärlich bemerkt man dagegen andere Zellen, wie diejenigen der Magendrüsen und des Zylinderepithelium.

In den kaffeesatzähnlichen braunen und schwarzen Massen, wie sie bei gewissen Krankheiten, Magenblutungen, Magenkrebs, gelbem Fieber, vorkommen, ist zersetztes Blut und Blutroth die Farbe bewirkend. Man begegnet hier theils mehr normalen, theils veränderten Blutzellen, Klumpen zersetzten Blutes, Epithelial- und anderen Zellen, welche von Hämatin durchtränkt und braun gefärbt erscheinen.

Interessante mikroskopische Vorkommnisse zeigen uns die bei abnormen Gährungsprozessen der Magenhöhle erbrochenen Massen.

In gährenden Flüssigkeiten, ebenso dem Brode, kommt ein aus ovalen Zellen bestehender Pilz, Cryptococcus cerevisiae, vor (Fig. 239, *f*). Wir nehmen denselben natürlich vielfach ohne jede nachtheilige Wirkung bei unserer Lebensweise auf. Unter Umständen findet aber im Magen eine ganz ausserordentliche Vermehrung jener Zellen statt, und entleerte Massen enthalten jenes Gebilde höchst zahlreich.

Ein anderer interessanterer, aber naturhistorisch dunkler Parasit ist die von J. Goodsir schon vor längeren Jahren entdeckte Sarcina ventriculi (*e*). Dieselbe — höchst wahrscheinlich eine Schizomyzetenform — besteht aus würfelartigen, regelmässig verbundenen Haufen rundlicher Zellen. Letztere zeigen sich hierbei zu 4, 8, 16, 32 vereinigt. Bestimmte Störungen der Magenthätigkeit fallen mit dem Vorkommen der Sarcina nicht zusammen, so dass sie ohne pathologische Bedeutung ist.

Der oben erwähnte Soor-Pilz der Säuglinge (Fig. 230) kommt bei höheren Graden des Uebels in grösserer Menge ebenfalls im Magen vor, was schon das Herabschlucken der Soormassen begreiflich macht.

Die Untersuchungsmethoden bleiben für den Darmkanal grösstentheils dieselben, welche bei dem Magen ihre Erörterung gefunden haben.

Ueber das Zylinderepithelium des Darms und den von Porenkanälen durchzogenen Saum wurde zwar schon S. 153 das Nöthige bemerkt.

Indessen dürfte es hier der Ort sein, eines in neuerer Zeit genauer untersuchten Strukturverhältnisses zu gedenken.

Fig. 240. Zellen des Darmzottenepithel vom Menschen mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt (nach Schulze). *a* Becherzellen; *b* Zylinderepithel.

Man hatte schon früher in mehr oder weniger regelmässigen Abständen und wechselnder Menge neben den gewöhnlichen Zylinderzellen (Fig. 240, *b*) andere (*a*) entdeckt, welche sich durch einen abweichenden Inhalt, andere Gestalt und vor Allem durch den Mangel einer Zellenmembran am oberen freien Ende auszeichneten. Die betreffenden Gebilde gleichen bald einer Birne, bald einem weitbauchigen Trinkglas. F. E. Schulze traf sie durch den ganzen Darmkanal und dessen schlauchförmige Drüsen bei den Wirbelthieren, auf dem Gangwerk der Lunge, ebenso bei im Wasser lebenden Geschöpfen (Fischen und Amphibien) in deren Haut. Er hat ihnen den Namen der »Becherzellen« ertheilt, und sie für schleimabsondernde Gebilde erklärt.

Zu ihrer Beobachtung benütze man ein frisch getödtetes Thier und untersuche entweder unmittelbar mit indifferenten Zusatzflüssigkeiten, wie Iodserum, oder man lege für ein paar Tage erst in die Müller'sche Flüssigkeit ein. Auch zum Höllenstein ist hier gegriffen worden.

Schleim- und Eiterkörperchen dringen in das Innere der Zylinderepithelien ein; wahrscheinlich auch beim Kaninchen die noch immer so räthselhaften Psorospermien (Klebs, ich und Andere), und zwar nicht allein in die Zylinderzellen des Dünndarms, sondern auch in diejenigen der Lieberkühn'schen Drüsen, sowie der Gallengänge.

Auch die Resorption des Chylusfettes durch die Zylinderzellen der Darmzotten beobachtet man an frischen und erhärtenden Objekten. Hier kann man nach der früher angegebenen Milchinjektion bei kleineren Säugethieren leicht sich die schönsten Bilder verschaffen. Seltener und nur durch einen besonderen Zufall wird man dagegen einmal einen in der Fettverdauung plötzlich gestorbenen menschlichen Körper erhalten, der dann natürlich möglichst bald untersucht werden muss, da die gerade in dem Verdauungskanal so rasch eintretende Zersetzung die zarten Texturverhältnisse verwischt. Aeltere Leichen sind ganz untauglich, indem die so feinen Chylusmoleküle in den Darmzotten gewöhnlich zu grossen Fetttropfen zusammen zu fliessen pflegen, und von dem Zylinderepithelium nichts mehr übrig geblieben ist.

Die Inhaltsmassen der Lieberkühn'schen Drüsen treten ebenfalls an ganz frischen Därmen, bei Anwendung indifferenter Flüssigkeiten, schön und deutlich hervor, ebenso an Alkohol- und Chromsäurepräparaten. Ihre zylindrischen Drüsenzellen (zwischen welchen, wie Schulze sah, Becherzellen vorkommen) sind übrigens

Fig. 241. Brunner'sche Drüse des Menschen.

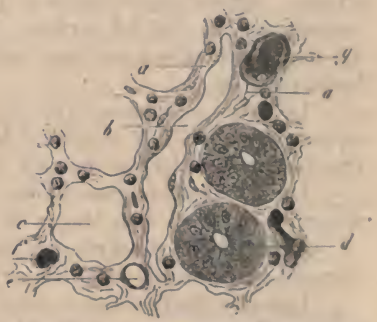


Fig. 242. Aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Schleimhautgewebe; *b* Lymphkanal; *c* leerer, *d* mit Zellen erfüllter Querschnitt Lieberkühn'scher Drüsen.

leicht zerstörbar, so dass man oftmals als einem Artefakt nur einer feinkörnigen, kernführenden Inhaltsmasse des Drüsenschlauches begegnet.

Für alle übrigen Strukturverhältnisse wende man Erhärtungsmethoden an. In früheren Jahren hatte man bei der Armuth der damaligen Technik vielfach das Trocknen benutzt. Nur für eine Untersuchung, für das Studium der Brunner'schen Drüsen (Fig. 241), möchten wir das Verfahren auch jetzt noch mit einer Modifikation, nämlich nach vorhergegangenem Kochen in schwacher Essigsäure, empfehlen, da man in der That hübsche Bilder gewinnt, und namentlich an dünnen Vertikalschnitten die Ramifikationen des ausführenden Gangwerkes im Innern des traubigen Drüsenkörpers oft in überraschender Zierlichkeit verfolgen kann. Den Holzessig empfahl zum gleichen Zwecke uns kürzlich Schwalbe. Indessen auch hier leisten heutigen Tages Erhärtungen mit Chromsäure, chromsaurem Kali, namentlich aber absolutem Alkohol den gleichen Dienst, Methoden, welche neben dem Gefrierungsverfahren die wichtigsten Hülfsmittel der feineren Darmstruktur bleiben. Schon mit ihnen erkennt man die längliche, ja recht verwickelte Form

der Acini (Schwalbe) und die zylindrische der Zellen jener Brunner'schen Drüsen (Schlemmer).

Letztere sind von den Elementen der Lieberkühn'schen Schläuche sehr verschieden, sehr ähnlich aber denjenigen der Magenschleimdrüsen (Schwalbe).

Interessant ist der Umstand, dass auch die Zellen der ruhenden und aktiven Brunner'schen Drüsen (gleich denen von Submaxillaris und Magenschläuchen) verschieden ausfallen (Heidenhain).

Zum weiteren Studium der Därme können nach Bedürfniss noch Tinktionen und Bepinseln hinzugenommen werden.

Was nun zunächst die Beschaffenheit des Schleimhautgewebes (Fig. 242) angeht, so ist dieselbe eine andere als im Magen. In letzterem Organe hatten wir gewöhnliches faseriges Bindegewebe kennen gelernt. Eine losere, netzförmige Substanz mit Kernen in einzelnen Knotenpunkten ist hier an ihre Stelle getreten. In den Maschen liegen, namentlich im Dünndarm in reichlicher Menge, Lymphoidzellen (*a*) eingebettet. Wir haben also, ähnlich der Gerüstesubstanz der Lymphknoten, hier eine Erscheinungsform der retikulären, lymphatische Zellen enthaltenden Bindesubstanz (vergl. S. 162). Indessen das Gewebe der Darmschleimhaut trägt einen Charakter der Unregelmässigkeit und des Wechsels, welchem wir wenigstens unter Normalverhältnissen in den Lymphknoten nicht begegnen. Um die Drüsenschläuche herum, an der Oberfläche der Darmzotten, verdichtet sich jenes Gewebe zu einer mehr homogenen membranösen Schicht, ebenso als begrenzende Lage der die Mukosa durchziehenden Lymphkanäle. Stellenweise, namentlich gegen die Oberfläche stärkerer Blutgefässe und lymphatischer Bahnen hin, kann das Schleimhautgewebe noch ein anderes Ansehen gewinnen, und sogar die wellenförmigen Faserbündel des gewöhnlichen Bindegewebes erkennen lassen. Auf der anderen Seite, wie sich bald ergeben wird, geht aber das uns beschäftigende Gewebe kontinuirlich über in das regelmässige Netzgerüste der solitären und Peyer'schen Follikel.

Fig. 243. Lieberkühn'sche Drüsen der Katze mit zersetztem Inhalte.

Fig. 244. Dickdarmschläuche des Kaninchens nach Behandlung mit kaustischem Natron.

Fig. 245. Ausmündung der Dickdarmdrüsen (zugleich den Querschnitt tieferer Drüsenpartieen versinnlichend) vom Kaninchen.

Es liegt uns demgemäss ein für die Natur des Bindegewebes überhaupt interessantes Texturverhältniss vor. Räumlich neben einander, in geringen Entfernungen, erblicken wir die eine Varietät des Bindegewebes in eine andere sich umgestaltend, Dinge, welche die pathologische Gewebelehre als zeitlich nach einander auftretend bekanntlich so vielfältig dargethan hat.

Die eben erörterten Verhältnisse beziehen sich zunächst auf den Dünndarm von Mensch, Säugethier und Vogel. Schon mehr nach dem faserigen Bindegewebe hin modifizirt erscheint das Gewebe der Dickdarmschleimhaut, welches im Uebrigen weit ärmer an Lymphzellen zu sein pflegt.

Das Auspinseln des betreffenden Netzgewebes in jenen Schleimhäuten gelingt ziemlich leicht, und die Erkennung der Nuklearformation hat bei jungen Geschöpfen keine Schwierigkeit. Bei älteren nimmt die Menge der Kerne allerdings ab.

Die Lieberkühn'schen Drüsen der dünnen Gedärme (Fig. 243), und die mit ihnen wohl identischen Schlauchdrüsen des Dickdarms (Fig. 244), wiederholen in ihrer Stellung und Häufigkeit die Verhältnisse des Magens, und werden mit denselben Hülfsmitteln untersucht. An dünnen Horizontalschnitten frisch eingelegter Theile überzeugt man sich von der epitheliumartigen Stellung ihrer Zellen, und sieht, wie diese, kegelförmig gegen einander abgeflacht, ihre Basis nach aussen, ihre schmalere Endfläche gegen die Axe des Schlauches kehren (Fig. 245). Eine besondere, vom umgebenden Schleimhautgewebe abzugrenzende Membrana propria, d. h. eine selbstständigere und feste Grenzschicht des benachbarten losen Bindegewebes, kann nicht geläugnet werden.

Die Muscularis der Schleimhaut wird durch die für den Magen angegebenen Hülfsmittel auch hier zur Anschauung gebracht.

Eigenthümliche Vorkommnisse bilden die Darmzotten, welche in Gestalt verschiedenartig geformter Vorsprünge dicht gedrängt in gewaltiger Menge über die ganze Dünndarmfläche getroffen werden (Fig. 246, *b*).

Ihr Gewebe (Fig. 247) trägt denselben Charakter, wie dasjenige der übrigen Mukosa und ist, wie bemerkt, membranartig an der Aussenfläche, sowie gegen den in der Axe verlaufenden Chyluskanal (*d*) verdichtet. Bei den Vögeln habe ich schon vor Jahren eine deutlich netzartige Aussenfläche (wie an der Oberfläche eines Lymphdrüsenfollikels) mit grösster Sicherheit zur Anschauung zu bringen vermocht. Auch Eberth fand das Gleiche bei der Gans, und konnte eine ähnliche Beschaffenheit der Zottenoberfläche bei Säugethieren und Menschen erkennen. Am

Fig. 246. Dünndarm der Katze im Vertikalschnitt. *a* die Lieberkühn'schen Drüsen; *b* die Darmzotten.

besten eignen sich hierzu die Darmzotten der Ratte. Ein monatelanges Härten in der Müller'schen Augenflüssigkeit ist von dem zuletzt erwähnten Forscher empfohlen worden. Eingebettet im Zottengewebe kommen längslaufende Zellen der glatten Muskulatur (*c*) noch vor, und verleihen diesen Organen ihre schon seit längerer Zeit bekannte vitale Kontraktilität, welche für die Fortbewegung des Chylus so wichtig ist.

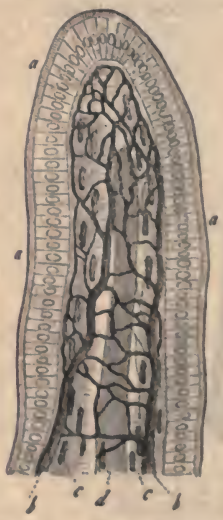


Fig. 247. Eine Darmzotte. *a* das mit verdicktem Saume versehene Zylinderepithelium; *b* Kapillarnetz; *c* Glattes Muskelgewebe; *d* Chyluskanal der Axe.

Horizontalschnitte der Zotten gelingen bei einer sehr scharfen Rasirmesserklinge an gut erhärteten Därmen ziemlich leicht. Schwer dagegen finde ich es, einen guten Vertikalschnitt auch an den voluminösen Zotten grosser Säugethiere zu er-

langen, mag man sich des getrockneten, des erhärteten Darmes oder eines Einbettungsverfahrens bedienen.

Das submuköse Gewebe untersucht man mit den üblichen Methoden. Zur Beobachtung der hier vorkommenden ganglionären Geflechte (Fig. 180, 181) dienen die schon früher (S. 204) besprochenen Hülfsmittel.

Man studirt die Anordnung jener theils an vertikalen Schnitten, theils an Flächenansichten der von Muskel- und Schleimhaut abpräparirten Submukosa.

Die Muscularis wird nach den früher (S. 187) für das Gewebe gelieferten Vorschriften untersucht.

Der von Auerbach entdeckte merkwürdige ganglionäre Plexus, zwischen der Rings- und Längsschicht der Darmmuskulatur, hat ebenfalls schon beim Nervensystem seine Erwähnung gefunden (S. 206).

Injektionen der Blutgefässe des Darmkanals gelingen verhältnissmässig so leicht bei kleineren Geschöpfen von der A. coeliaca und mesenterica, sowie der Pfortader, bei grösseren von arteriellen und venösen Aesten nach Abbindung angrenzender Bezirke), und ergeben eine so nachhaltige Orientirung, dass man niemals dieselben vernachlässigen sollte. Ein ähnliches Kapillarnetz umspinnt auch hier mit reichlicher gestreckter Maschenbildung die schlauchförmigen Drüsen wie im Magen, so dass da, wo die Schleimhautoberfläche glatt bleibt, die Anordnung ganz zur gleichen wird. Unsere Fig. 248, das Haargefässnetz der Magenschleimhaut im Vertikalschnitt vorführend, kann ebenfalls als eine bildliche Darstellung der Blutbahn in den tieferen Partieen des Colon betrachtet werden.

Fig. 248. Halbschematische Darstellung der Gefässanordnung in der Magenschleimhaut (zugleich auch für das Colon gültig).

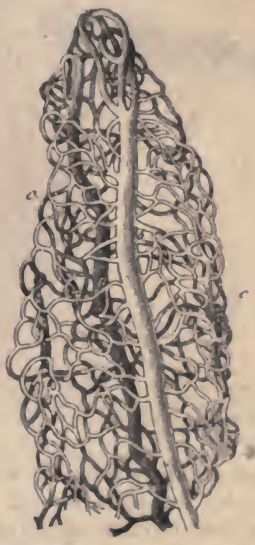


Fig. 249. Das Gefässnetz einer Darmzotte des Hasen mit dem arteriellen Stamm *b*, dem Kapillarnetz *c* und dem venösen Zweige *a*.

Da, wo aber — und es ist für den ganzen Dünndarm, sowie zuweilen auch für Theile der Dickdärme der Fall — Vorsprünge, Papillen, Zotten vorkommen, begegnen wir hierdurch gesetzten Modifikationen der Gefässanordnung. Sehr bezeichnend und zierlich wird die letztere namentlich in den Darmzotten. Hier findet sich ein sogenanntes Schlingennetz, d. h. zwei oder mehrere stärkere Stämmchen gehen an der Zottenspitze schleifenartig in einander über, und sind in ihrem Verlaufe durch ein intermediäres, mehr rundliches Maschenwerk verbunden. An

grösseren Zotten, wie unsere Fig. 249 lehrt, kann die Anordnung eine ziemliche Komplikation erleiden; an kleinen Exemplaren, z. B. denjenigen der Maus, bleibt sie weit einfacher.

Stets aber liegt das Kapillarnetz in dem peripherischen Theile der Zotte, so dass die Axenpartie von dem bald zu besprechenden Chyluskanal eingenommen wird.

Leicht bleibt in jenem Gefässbezirk das Blut zurück, so dass derjenige, welcher die Mühe der künstlichen Injektion scheut, schon an dem Körper eines vor Stunden durch Strangulation getödteten Thieres ganz hübsche Bilder der Zottenkapillaren zu gewinnen vermag.

Die zottenartigen Vorsprünge, die in den Dickdärmen auftreten können, z. B. in dem oberen Theile des Colon beim Kaninchen in auffallender Ausbildung vorkommen, haben eine ähnliche Anordnung der Blutgefässe, unterscheiden sich aber völlig von den drüsenfreien Darmzotten dadurch, dass sie, gleich der flächenhaft ausgebreiteten Colonschleimhaut, von dicht gedrängt stehenden Drüsenschläuchen durchzogen werden.

Was endlich die lymphatischen Bahnen des Darmkanals oder die sogenannten Chylusgefässe dieser Theile betrifft, so kann man schon ohne Injektion an in der Fettverdauung begriffenen Körpern Vieles erkennen; und in der That haben auf diesem Wege in früherer Zeit mehrere Beobachter werthvolle Aufschlüsse gewonnen. Mit Leichtigkeit bemerkt man in der Axe der Darmzotten die Chylusansammlung (Fig. 250), und etwas mühsamer die mit Fett erfüllten Gänge der Schleimhaut und Submukosa (S. 234). Nur an einem passenden Aufhellungsmittel für solche Präparate fehlt es uns noch. Ebenso kann man derartige Objekte im feuchten Zustande nicht für längere Zeit aufbewahren. Meine Versuche sind wenigstens total gescheitert.

Fig. 250. Darmzotte eines in der Verdauung getödteten Ziegenlamms mit dem Chyluskanal in der Axe.

Die künstliche Injektion durch die Einstichsmethode ist daher ein grosser Fortschritt gewesen und hat unsere Kenntnisse der Lymphbahnen des Darmkanals in ein paar Jahren beträchtlich gefördert. Ich glaube, durch Anwendung der kaltflüssigen transparenten Gemische das Verfahren wesentlich vereinfacht und erleichtert zu haben.

Die Füllungen gelingen nach der Häufigkeit und Weite der im submukösen Gewebe verlaufenden lymphatischen Gänge und klappenführenden Lymphgefässe bald mehr, bald weniger leicht, mitunter auch nur schwierig. Ein recht günstiges Objekt bildet der Dünndarm des Schafes, da sehr weite Chyluskanäle in überraschender Menge die submuköse Schicht einnehmen, oder sie vielmehr herstellen. Auch das Kaninchen muss als ein zu diesen Untersuchungen geeignetes Thier bezeichnet werden; nur bietet die Dünne der Darmwandung für die Einführung der feinen Kanüle einige Schwierigkeit. Minder leicht gelingt bei den engeren und sparsameren lymphatischen Bahnen die Prozedur am Dünndarm des Kalbes und Schweines, des Hundes und der Katze; noch weniger beim Menschen, wo man indessen an dem kindlichen, sowie erwachsenen (ganz frischen) Körper mit einiger Ausdauer auch zum Ziele kommt.

Man kann bei derartigen schwieriger zu behandelnden Därmen sich der im Allgemeinen leichter füllbaren Peyer'schen Follikel bedienen, um von ihnen aus benachbarte Dünndarmpartieen mit ihren Zotten zu injiziren. Beim Schaf und Kaninchen gelingt dagegen einer geübten Hand fast überall da, wo das Röhrchen

gut eingeführt ist, die Eintreibung der Masse über ansehnlichere Flächen. Die Erfüllung der lymphatischen Bahnen eines ganzen Schafdarms durch eine Reihe einzelner Einspritzungen, von welcher uns TEICHMANN berichtet, ist in der That kein grosses Kunststück.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir hier die Anordnungsverhältnisse der horizontalen Lymphnetze im submukösen Gewebe, die von ihnen aus in die Muscularis tretenden Gänge, sowie die zwischen den Schlauchdrüsen emporsteigenden und wieder vielfach netzartig verbundenen Kanäle (Fig. 251, *d*) näher schil-

Fig. 251. Vertikalschnitt durch das Ileum des Menschen. *a* Darmzotten mit einfachem, *b* mit doppeltem, *c* mit dreifachem Chyluskanal; *d* Chylusbahnen der Schleimhaut.

dern. In den Darmzotten, welche nach Gestalt und Grösse sehr wechseln, dünn und schlank, aber auch ganz breit und niedrig vorkommen können, finden sich blindgeendigte Chyluskanäle von verschiedenem Quermesser; in ersterem Falle einfach (*a*), in letzterem doppelt (*b*) oder in Mehrzahl (*c*). Sie können alsdann gegen die Zottenspitze bogenartig in einander übergehen (*c*), oder auch jetzt noch die selbstständige blinde Endigung bewahren (*b*). Queräste tieferer Stellen kommen an jenen komplizirteren Lymphbahnen häufiger vor.

Bei weitem schwieriger gelingt die Injektion der Lymphbahnen in den dicken Gedärmen, d. h. deren Schleimhaut. Ihr Vorkommen ist ein beträchtlich sparsameres, die ganze Anordnung eine für die verschiedenen Thiere recht wechselnde. Die Schleimhaut durchziehende horizontale Netze mit kurzen kolbigen Vertikalgängen, eine am Grunde der Mukosa verlaufende flächenhafte Ausbreitung mit längeren, senkrecht aufsteigenden Kanälen etc. kommen vor. Man kennt zur Zeit diese Lymphbahnen, welche unsere Kenntnisse des Resorptionsprozesses im Darmrohr wesentlich vermehrt haben, bei den Wiederkäuern, Nagethieren und Fleischfressern. Für den Menschen (wo sie sicher nicht fehlen) ist der experimentelle Nachweis zur Stunde noch nicht beigebracht.

Haben diese lymphatischen Gänge des Darms eine besondere Gefässwandung, oder sind sie nur bindegewebig eingegrenzte Hohlräume?

Die Untersuchungen der letzten Jahre lassen wohl darüber keinen Zweifel, dass unter dem serösen Ueberzuge und in der Muscularis des Darmkanales wirkliche »Gefässe« den Chylus beherbergen. Ihr knotiges Ansehen, bewirkt durch die Klappen, spricht schon dafür, und die Wandung ist nach Aufhellung des Bindegewebes durch Essigsäure, Holzessig etc. auch erkennbar. Theilweise, vielleicht für die meisten Säugethiere, erhält sich diese Textur noch an den lymphatischen Bahnen des submukösen Bindegewebes, während bei anderen es schon hier wohl zur Bildung lakunärer, d. h. der selbstständigen Gefässwand entbehrender Gänge kommt. In der eigentlichen Schleimhaut selbst sind dagegen überall sicher nur die letzteren vorhanden.

Doch kleiden sie alle die eigenthümlichen Gefässzellen aus (s. S. 224). Es sind also diese lymphatischen Gänge von einem zwar sehr dünnen, aber durchaus zusammenhängenden Epithel eingegrenzt, und diese Einfriedigung ist eine so genaue, dass sie wenigstens für den Normalzustand denselben Dienst leistet, wie jede Gefässmembran. Kein Korn der Injektionsmasse dringt in das angrenzende Gewebe ohne Zerreissung ein. Mittelst des feinsten Gemisches haben wir vielfach unter hochgradigem Drucke den Dünndarm injizirt, so dass die Gänge der Darmzotten in mächtiger Ausdehnung das Schwammgewebe jener gewaltig komprimirten, und auch hier war kein Molekül der Einspritzungsmasse in das Gewebe gelangt. Dass dagegen ein aktives Einwandern der im Verhältnisse riesengrossen Lymphkörperchen, wie sie das retikuläre Schleimhautgewebe in so reichlicher Fülle besitzt, in die lymphatische Bahn vereinzelt einmal stattfinden wird, leuchtet ein. Indessen jene Zellen der Darmschleimhaut sind unter normalen Verhältnissen, unserer Ansicht nach, vorwiegend zukunftslos; sie entstehen und vergehen in den Maschen des Netzgewebes. Auf der anderen Seite wird man die Möglichkeit nicht abläugnen dürfen, dass bei krankhaften Prozessen ein reichlicher Uebertritt in den Lymphstrom stattfinden kann.

Lymphatische Follikel finden sich, allerdings in wechselnder Menge, in jedem Darmkanal der höheren Wirbelthiere und des Menschen. Sie kommen theils vereinzelt oder in ganz kleinen Gruppen vor, und heissen dann solitäre Follikel; theils sind sie zu grösseren Ansammlungen verbunden und stellen die Plaques der Peyer'schen Drüsen her. Die letzteren Gebilde finden sich am reichlichsten in den unteren Theilen des Dünndarms, können aber auch — es ist bei manchen Säugethieren eine regelmässige Erscheinung — noch in den Dickdärmen getroffen werden. Aehnliche Vorkommnisse zeigen uns auch im Allgemeinen die vereinzelten Follikel.

Die uns beschäftigenden Gebilde, namentlich die am genauesten gekannten Peyer'schen Drüsen, sind in der Schleimhaut und der Submukosa eingebettet. So sehen wir (Fig. 252) an der vertikal durchschnittenen kleinen Peyer'schen Plaque eines Kaninchens die Grundtheile jener Follikel (*b. c*) mit kugliger Gestalt in der submukösen Schicht. Andere Follikel werden weit höher und schlanker, oftmals zu förmlichen »schuhsohlenförmigen« Gebilden. Eine ansehnlichere Dicke von Schleimhaut und Submukosa geht damit Hand in Hand.

Das Studium dieser Organe war in einer früheren, an Untersuchungsmethoden armen Epoche ein schwieriges, so dass trotz des Interesses, welches die Betheiligung jener Gebilde an Erkrankungen, namentlich den typhösen, erweckte, das Wissen nicht recht fortschreiten wollte. Heutigen Tages sind die Erhärtungsmethoden, namentlich das Einlegen in Alkohol oder Chromsäure (weniger gut das Trocknen) zum Ziele führend. Die im Allgemeinen nicht leichte (vollständige) Injektion der Blutgefässe und die bald leichter, bald schwerer gelingende Füllung der lymphatischen Bahnen müssen natürlich hinzugenommen werden.

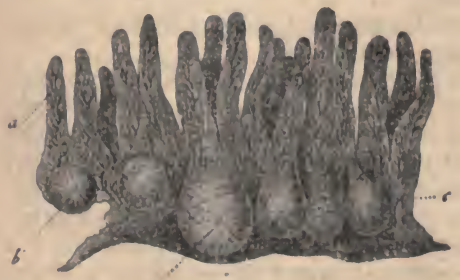


Fig. 252. Vertikalschnitt durch einen frischen Peyer'schen Drüsenhaufen des Ileum vom Kaninchen. *a* Darmzotten; *b. c* Follikel.

Der Peyer'sche Follikel (Fig. 253) besteht aus einem frei in das submuköse Gewebe hineinragenden Grundtheil (*f*), wie bemerkt, von bald mehr kugliger, bald mehr länglicher Form. Zwischen den Grundtheilen kommt bei manchen Geschöpfen ein System bindegewebiger Scheidewände vor. Zweitens finden wir (entsprechend der ganzen Gestalt) den Follikel mit einer bald höheren, bald flacheren Kuppe frei in das Darmrohr einspringend (*d*). Dieselbe, von Zy-

linderepithelium bedeckt, wird durch niedere oder höhere, gewöhnlich zottentragende Schleimhautwälle eingegrenzt (*a. a*).

Fig. 253. Vertikalschnitt durch eine in ihren Lymphbahnen injizirte Peyer'sche Plaque des Menschen. *a* Darmzotten mit ihren Chylusbahnen; *b* Lieberkühn'sche Drüsen; *c* Muscularis der Schleimhaut; *d* Follikelkuppe; *e* mittlere Follikelzone; *f* Grundtheil der Follikel; *g* Uebergang der Chylusgänge der Darmzotten in die eigentliche Schleimhaut; *h* netzförmige Verbreitung der Lymphbahnen in der Mittelzone; *i* Verlauf am Follikelgrund; *k* Uebergang in die Lymphgefässe der Submukosa; *l* follikuläres Gewebe in der letzteren.

Zwischen Kuppe und Grundtheil bleibt eine Mittelzone (*e*). An derselben fehlt die Abgrenzung jener beiden Follikelpartieen. Man sieht vielmehr an ver-

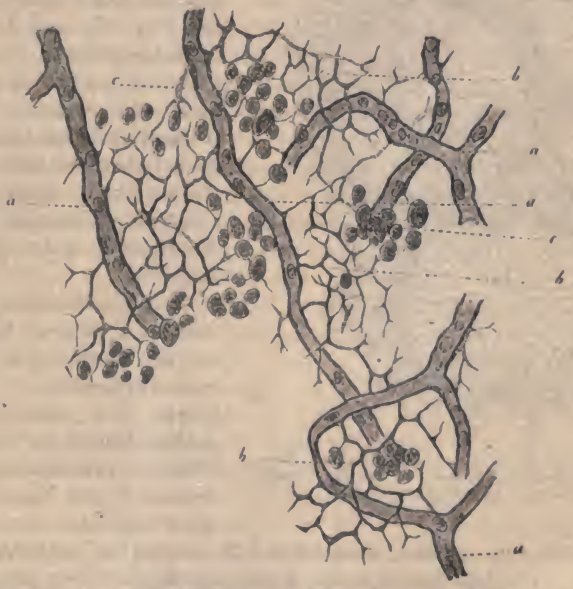


Fig. 244. Das Gewebe des Peyer'schen Follikels eines älteren Kaninchens durch Auspinseln dargestellt. *a* Kapillargefässe; *b* Netzgerüste; *c* Lymphkörperchen.

tikalen und horizontalen Schnitten, wie mit jener Mittelschicht einmal alle Follikel einer Plaque in einander übergehen, und dann wie jene Zone kontinuirlich in das

angrenzende Schleimhautgewebe sich fortsetzt (*l*). Es ist dieses eben jene Umwandlung des retikulären Schleimhautbindegewebes in das Netzgerüste der Lymphdrüsenfollikel, deren wir schon auf einer früheren Seite gedacht haben.

Das Netzwerk der Follikel (Fig. 254 *b*) ist nämlich auch hier wesentlich das gleiche, wie es in den grossen Lymphknoten auftritt, im jungen Körper ein Zellennetz, im älteren mehr aus Balken bestehend mit geschrumpften Kernen einzelner Knotenpunkte. Gegen die Peripherie des Grundtheiles nimmt jenes Gewebe (wie es auch gegen den Umhüllungsraum der Lymphdrüsenfollikel vorkommt) einen engmaschigeren Charakter an; in den zentralen Theilen dagegen werden die Maschenräume nicht selten grösser.

Fig. 255. Senkrechter Durchschnitt durch eine injizirte Peyer'sche Kapsel des Kaninchens mit dem Kapillarnetz derselben *a*, den grösseren seitlichen Gefässen *b* und denjenigen der Darmzotten *c*.

Die Blutbahn der Peyer'schen Drüsen ist in neuerer Zeit vielfach geschildert worden, so dass es überflüssig erscheinen muss, ihrer abermals ausführlicher zu gedenken. Nur die Bemerkung möge noch, gegenüber einigen Angaben, hier ihre Stelle finden, dass eine gefässfreie Zentralpartie des Follikels als normales Vorkommniss nicht existirt. Unvollkommene Injektionen geben allerdings häufig genug das Trugbild von Kapillarschlingen in den inneren Theilen der Follikel. Unsere beiden Fig. 255 und 256 stellen diese Gefässanordnung von einer kleinen Peyer'schen Plaque des Kaninchens nach einer ganz vollständigen, trocken aufbewahrten Injektion dar. Zum Ueberfluss haben wir an feuchten Objekten, durch eine Reihe auf einander folgender Schnitte, die Anordnung später nochmals genau geprüft.

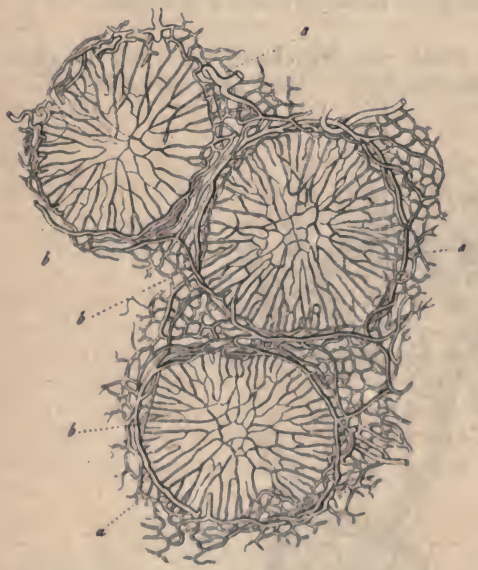


Fig. 256. Querschnitt durch die Aequatorialebene dreier Peyer'scher Kapseln desselben Thieres. *a* Das Kapillarnetz; *b* die grösseren ringförmigen Gefässe.

Gute Erfüllungen der Lymphbahnen lehren Folgendes: Die aus den Darmzotten (Fig. 253, *a. a*) zurückkehrenden lymphatischen Gänge (die sogenannten Chylusgefässe) bilden um die in den Zottenwällen vorkommenden Schlauchdrüsen (*b*) ein Netz (*g*), und dieses setzt sich in ein die Mittelzone eines jeden Follikels ringförmig umgebendes Maschenwerk netzartig eingegrenzter Gänge (*h*) fort. Die letzteren münden dann entweder in einen den Follikelgrundtheil schalenartig umgebenden einfachen Umhüllungsraum (Kaninchen, Schaf, Kalb), demjenigen der Alveole ganz ähnlich, ein, oder dieser ist ersetzt durch ein den Follikelgrund ähnlich umstrickendes Maschenwerk getrennter Gänge und Lakunen, so dass diese Partie des Peyer'schen Follikels (*h. i*), erscheint, wie der von

einem Filet umzogene Spielball (so beim Menschen, dem Hund, der Katze). Aus letzterem Gangwerk (oder dem einfachen Umhüllungsraum) endlich entspringen die abführenden Lymphgefässe der Submukosa (*k*).

Der Leser begreift, dass Follikel der letzteren Art schwieriger zu injiziren sein werden, als die der ersteren Form mit jenen einfachen schalenartigen Umhüllungsräumen.

In merkwürdiger Weise besteht der wurmförmige Fortsatz, ebenso das kleine kümmerliche Coecum mancher Carnivoren, nur aus einer dichtgedrängten Ansammlung der Follikel. Der Processus vermiformis des Menschen und des Kaninchens stellt in der That eine Peyer'sche Plaque dar, die in mächtiger Ausdehnung ein ganzes Darmstück bildet. Die Injektion beim Menschen ist Teichmann geglückt; die Erfüllung der lymphatischen Bahnen im wurmförmigen Fortsatze des Kaninchens ist ein wahres Kinderspiel, und das ganze Organ verdient einem Jeden, welcher die Peyer'schen Follikel studiren will, auf das Angelegentlichste empfohlen zu werden.

Vielfache pathologische Veränderungen des Darms werden Objekt mikroskopischer Untersuchungen. Im Allgemeinen kommen die gleichen Methoden, welche wir bei der Erforschung des normalen Baues erwähnt haben, zur Anwendung. Zur Regel mache man es sich, möglichst frische Objekte zu erhalten, da die bald eintretende Fäulniss die weichen Gewebe bis zur Unkenntlichkeit verändert. Man lege sogleich in sehr starken Alkohol ein. Krankhafte Neubildungen verhalten sich im Allgemeinen für den Darmkanal wie den Magen. Wir begegnen so ähnlichen Pigmentirungen, Bindegewebeproduktionen, Lipomen etc. Krebsgeschwülste kommen in den Dickdärmen, namentlich dem Rectum, vor. Tuberkulose dagegen treffen wir besonders im Ileum, weniger im Jejunum und Colon. Es sind gerade die lymphoiden, sowohl solitären als gehäuften (Peyer'schen) Follikel dieser Theile, welche, wie andere Lymphdrüsen, besonders von jenem Prozesse ergriffen werden. Genauere histologische Untersuchungen dieser Umänderung mit den Hülfsmitteln der Gegenwart wären am Platze. Anschwellungen der Follikel zeigen sich zusammenfallend mit Kapillarausdehnungen und Zellenwucherungen. Später tritt der Zerfall zahlreicher Lymphzellen ein, es entsteht die feinkörnige sogenannte Tuberkelmasse. Diese erweicht dann und giebt zur Bildung von Geschwüren Veranlassung. Die Lymphdrüsen des Gekröses pflegen sich an jenem Prozesse ebenfalls zu betheiligen.

Auf anatomischem Gebiete verhalten sich die Strukturverhältnisse der Follikel beim Abdominaltyphus sehr ähnlich. In dem ersten oder katarrhalischen Stadium sind die Haargefässe der Peyer'schen Follikel oft in sehr beträchtlichem Grade erweitert. Grossen, mehrkernigen Lymphkörperchen begegnet man hier ganz in derselben Weise, wie bei der typhösen Umänderung der Lymphknoten (S. 238). Durch einige in früherer Zeit vorgenommene Injektionen konnte ich wenigstens die Ueberzeugung gewinnen, dass in diesem Stadium die lymphatischen Bahnen der Peyer'schen Drüsen noch vollkommen wegsam sind. Später, mit dem Zerfall der Zellen, scheinen letztere verstopft und unwegsam zu werden. Von den sich anreihenden Resorptionsvorgängen, von der Erweichung des Follikelinhaltes und der Darmgeschwürbildung, sowie deren Verschorfung weiter zu reden, scheint hier nicht der Ort. Die letztere Masse besteht aus feinkörniger Substanz, Kernen, Zellen und Zellentrümmern etc. Der sich anreihende Vernarbungsprozess geht natürlich durch eine Neubildung von Bindegewebe vor sich. Wie ich aus eigener Erfahrung weiss, sind sichere Resultate gerade hier nicht leicht zu erhalten, so dass eine sorgsame Prüfung der vorhandenen Angaben sehr wünschenswerth wäre.

Was endlich die Aufbewahrungsmethoden von mikroskopischen Präparaten des Verdauungskanales betrifft, so können die gewonnenen Vertikal- und Horizontalschnitte einmal feucht mit oder ohne vorhergegangene Tinktion in wässrigem oder auch mehr wasserfreiem Glycerin konservirt werden. Hat man sie sorg-

fältig ausgewaschen, ehe man in letztere Flüssigkeiten einlegt, so erhalten sie sich in der Regel gut, sowie auch ihre mit transparenten Massen (Karmin, Berliner Blau) injizirten Gefässe und Lymphbahnen. Die Nerven- und Gangliengeflechte des Darmrohrs lassen sich bisherigen Erfahrungen zufolge noch am besten aufbewahren, wenn sie einige Zeit lang vor dem Einschluss durch destillirtes Wasser von ihren Säureresten befreit worden sind. Für viele Zwecke recht brauchbar muss dann gerade hier die Methode des Entwässerns tingirter Präparate in absolutem Alkohol und der nachfolgende Einschluss in durch Chloroform gelösten Kanadabalsam bezeichnet werden. Schöne dauerhafte Uebersichtspräparate für schwächere Vergrösserungen lassen sich so gewinnen. Will man dickere Massen, z. B. ein Stückchen Dünndarmschleimhaut mit aufrecht stehenden Darmzotten, einschliessen, so benütze man die Glaszellen. Ein geschickter Präparateur wird mittelst einer solchen auch mit Kanadabalsam einen hübschen Einschluss erzielen können.

Es erübrigt uns endlich des Darminhaltes und der aus letzterem entstehenden Kothmassen zu gedenken. Pflegt auch jener seltener Objekt ärztlicher Erforschung zu werden, und hält der Ekel viele Beobachter von der Untersuchung der letzteren Stoffe ab, so bilden sie beide bei der Mannichfaltigkeit ihrer Formbestandtheile sehr belehrende und nicht immer leichte Objekte mikroskopischer Beobachtung.

Der aus dem Magen ausgetretene, vom Speichel und Magensaft veränderte Nahrungsbrei hat bekanntlich den Namen des Chymus bekommen. Ihm mischen sich beim weiteren Fortrücken die Sekrete der Leber, des Pankreas und der verschiedenen Schleimhautdrüsen, sowie abgestossene Epithelien, Drüsenzellen, Schleimkörperchen des Darmkanals zu, während andere Stoffe, Fette, Eiweisskörper, Salze durch Aufsaugung in das Chylusgefässsystem entfernt werden. Nach der Natur der Nahrungsmittel zeigt der Chymus natürlich sehr beträchtliche Differenzen; anders ist er bei Fleisch-, anders bei Pflanzenfressern.

Fig. 257. Dünndarminhalt eines Kaninchens.

Die im Chymus gelösten Substanzen übergehen wir hier. Seine Formbestandtheile sind Fettmoleküle und Fetttropfen, veränderte Muskelfasern, Bindegewebestücke (bei fleischfressenden Thieren Knorpel- und Knochenfragmente), Stärkemehlkörner, verschiedene pflanzliche Gewebe u. a. mehr. Fig. 257, welche den Dünndarminhalt eines Kaninchens darstellt, kann uns von einer derartigen Beschaffenheit nach vegetabilischer Nahrung eine Vorstellung gewähren. Stärkemehlkörner auf verschiedenen Stufen der Auflösung, zum Theil schon zu hohlen, leeren Blasen umgewandelt, Epidermoidalgewebe, Prosenchymzellen, Spiralgefässe etc. treten uns in dem Bilde entgegen.

Bei der Fortbewegung durch die dicken Därme erleidet dieser Inhalt weitere Umänderungen. Die verdauenden Eigenschaften des sogenannten Darmsaftes machen sich geltend; die Lymphgefässe resorbiren den flüssigen Theil, und durch die Umänderungen der Gallenpigmente, sowie durch faulige Zersetzung nehmen jene Massen die Farbe und den Geruch des Kothes an.

In demselben trifft man noch zahlreiche Formbestandtheile der Nahrungsmittel, Fäden der Muskelsubstanz, Fettgewebe, Bündel von Bindegewebe, elastische Fasern u. a. m. Die Muskelfasern sind oft in Platten zerfallen und durch Gallenpigment grünlich tingirt. Zahlreicher zeigen sich in den menschlichen Exkrementen Ueberreste pflanzlicher Nahrungsstoffe, als Stärkemehlkörner, Spiralgefässe.

Epidermoidalgewebe, Dinge, deren wir schon beim Dünndarminhalt gedacht haben. Auffallende Stuhlabgänge, welche hypochondrischen Personen grosse Sorge bereiten und auch den Arzt frappiren können, lassen sich bei der mikroskopischen Analyse oft leicht als Nahrungsreste darthun.

Der Koth des Menschen ist stets sehr reich an Fäden und Trümmern der Leptothrix.

Mit dem Namen des Mekonium, Kindspech, hat man die dunkeln pechartigen Stuhlgänge der Neugebornen bezeichnet. Sie enthalten zersetzte Galle, abgelöste und verwesende Epithelien und Zellen des Darmrohrs sowie die feinen mit dem Fruchtwasser eingeschluckten Härchen der Haut. Das Kindspech ist reich an Fetten, und der ätherische Auszug lässt zahlreiche Krystalle des Cholestearin fallen.

Mannichfache Umänderungen nach Konsistenz, Farbe und Bestandtheilen bieten die Kothmassen bei Krankheiten dar. Die auffallendsten Stuhlgänge finden sich bei Dysenterie, Abdominaltyphus und Cholera. Die Nahrungsbestandtheile treten hier mehr und mehr zurück und auch die zersetzte Galle in der Regel; die Darmsekrete dagegen und abgetrennte Zellen wiegen vor. Zu ihnen können sich eiweissartige Massen, geronnener Faserstoff, Blut hinzugesellen.

Dysenterische Stühle führen abgestossene Zylinderzellen, Schleim- und Eiterkörperchen, Zellenkerne, Drüsenzellen, Fibringerinnsel, Blutzellen und Blutklumpen.

Die eigenthümlicheu, auf der Höhe der Krankheit beim Abdominaltyphus vorkommenden Entleerungen zeigen neben Epithelien Drüsenzellen, Eiterkörperchen und eine feinkörnige Masse mit Kernen, welche man für abgestossene Verschwärungsprodukte der Peyer'schen und solitären Drüsen ansieht. Blutkörperchen kommen ebenfalls in jenen Entleerungen nicht selten vor.

Wir gedenken hier endlich noch der Cholerastühle. Die reiswasserähnlichen Abgänge bei dieser Krankheit enthalten sehr grosse Mengen von Schleimkörperchen, dagegen nur sehr spärliche Zylinderepithelien.

In alkalisch reagirenden Kothmassen findet man sowohl bei gesunden als kranken Menschen krystallinische Abscheidungen der phosphorsauren Ammoniakmagnesia (Fig. 258). Sie zeigen eine rhombische Form, und erscheinen am gewöhnlichsten als dreiseitige Prismen mit Abstumpfung der beiden einer Seitenkante entsprechenden Ecken, in der sogenannten Sargdeckelform.

Fig. 258. Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia.

Bei der so allgemeinen Verbreitung des phosphorsauren Talkerdesalzes in den festen und flüssigen Theilen des Organismus bildet in Folge von Ammoniakentwicklung die uns beschäftigende Doppelverbindung eines der gewöhnlichsten Vorkommnisse.

Selten dagegen findet man im Darmkanal (aber auch schon im Magen) krystallinische Abscheidungen des Taurin, des Paarlings einer der beiden Gallensäuren (Fig. 259). In der Regel bedarf es zum Nachweis dieses Körpers wie des Cholestearin erst weiterer chemischer Prozeduren.

Wir können jedoch die mikroskopische Analyse des Kothes nicht verlassen, ohne noch gewisser thierischer Parasiten desselben zu gedenken.

Ein grösseres, allseitig bewimpertes Infusionsthierchen, das Paramaecium coli von Malmsten ist bisher ohne jegliche praktische Bedeutung. Man hat es einige Mal in den dicken Gedärmen menschlicher Leichen sowie in Stuhlgängen beobachtet. Ebenso verhält es sich auch mit der von Lambl aufgefundenen Cercomonas intestinalis, einem kleinen mit einfacher Wimpergeisel versehenen Geschöpfe. Es ist in dem glasigen Darmexkrete von Kindern getroffen worden, bei Darmkatarrhen, ebenso bei Typhus- und Cholerakranken (Davaine). Zur

Untersuchung sollten jedoch ganz frische oder noch nicht erkaltete Darmentleerungen benützt werden (Ekecrantz).

Von grösserer praktischer Bedeutung ist dagegen der mikroskopische Nachweis der Eier der bekanntesten Darmhelminthen des Menschen (Davaine, Lambl, Leuckart u. A.). Sieht man ab von der Trichine, deren Embryonen im Mutterleib ausschlüpfen, und alsbald die Darmwandungen durchbohren, so entwickeln sich die Eier der übrigen Nematoden nicht im menschlichen Körper, werden vielmehr nach aussen geschafft, und erscheinen im Stuhlgang; ebenso, wenn auch nur mehr zufällig, diejenigen der Bandwürmer, welche durch Zerreissung einer Proglottis frei geworden sind. Leicht erkennt man die Eier von im unteren Theil des Darms hausenden Schmarotzern, so namentlich der Oxyuris vermicularis, wo jedes mikroskopische, der Oberfläche eines Kothstückes entnommene Präparat sie in Menge darbietet (Vix). Schwieriger wird dagegen die Entdeckung der Eier bei höher oben im Darmkanal wohnenden Nema-

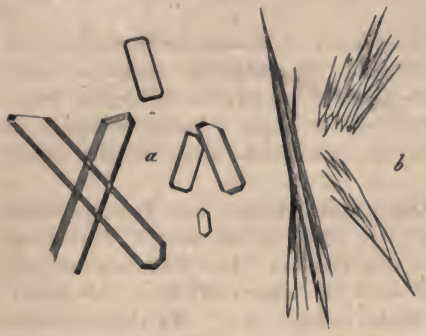


Fig. 259. Krystalle von Taurin. *a* Ausgebildete sechsseitige Prismen; *b* unbestimmte garbenartige Massen aus unreiner Lösung.

Fig. 260. Eier der bekanntesten Helminthen des Menschen nach einer von Prof. Leuckart mitgetheilten Zeichnung (alle bei 370facher Vergrösserung). 1. Ascaris lumbricoides. 2. Trichocephalus dispar. 3. Oxyuris vermicularis. 4. Distoma hepaticum. 5. D. lanceolatum. 6. Taenia mediocanellata. 7. T. solium. 8. Bothriocephalus latus.

toden, wie dem Spulwurm, da dieselben nicht mehr in dem feste Kothmassen umhüllenden Schleim, sondern im Innern jener vorkommen.

Zur Untersuchung breitet man entweder festere Kothmassen mit Wasser aus oder wählt (bei Oxyuris) den überziehenden Darmschleim. Auch der mit einem

Spatel von der Mastdarmwandung abgekratzte schleimige Ueberzug bietet reichliche Eier jenes Helminthen dar (Vix).

Wir heben die Merkmale jener Helmintheneier (Fig. 260) in Kürze hervor.

Trichocephalus dispar (2). Eier doppelt kontourirt, oval, an beiden Polen abgestutzt, Schale und Dotter bräunlich. Länge 0,0539—0,0058, Breite 0,0250 mm.

Ascaris lumbricoides (1). Eier rundlich oder oval, 0,0819—0,0869 mm messend, die zweitgrössten von allen. Die Eischale doppelt gerandet und noch von dem hellen zackigen Hof einer eiweissartigen Umhüllungssubstanz überzogen.

Oxyuris vermicularis (3). Eier meistens hell; doppelt kontourirte ovale Schale (häufig mit assymmetrischer Wölbung). Länge 0,0521—0,0559, Breite 0,0250—0,0259 mm.

Distoma hepaticum (4). Eier oval, sehr gross, geblich. Länge 0,1290 bis 0,1409 mm, Breite 0,0749—0,0900 mm. Der vordere Pol mit dem Deckelchen mehr abgeflacht. Eischale doppelt, Inhalt ein Zellenhaufen und Dotterballen.

Distoma lanceolatum (5). Die braunen doppelschaligen ovalen Eier, viel kleiner, 0,0399—0,0449 mm lang, 0,0400 mm breit, kommen in späterer Periode zur Entleerung als bei der vorigen Art, und enthalten einen ovalen, 0,0259 bis 0,0400 mm messenden Embryo mit zwei Körnerhaufen im hinteren Körpertheile.

Bothriocephalus latus (8). Eier oval, von 0,0699 mm durchschnittlicher Länge und 0,0449 mm mittlerem Quermesser, werden umhüllt von einfacher harter brauner Schale, derer vorderer Pol ein deutlich abgesetztes kappenförmiges Deckelchen bildet.

Taenia solium. Die Eier, welche sich innerhalb der sogenannten Proglottiden entwickeln, lassen nach den Altersstufen Verschiedenheiten erkennen. Das mit dem Embryo versehene Ei (7) zeigt bald eine länglichrunde umhüllende Eiweisslage und eine kuglige, dicke, mehrfach kontourirte, bräunliche, innere Schale von 0,0400 mm Durchmesser, deren Oberfläche mit dicht stehenden Stäbchen besetzt ist, und welche den sphärischen, mit 6 Häkchen versehenen Embryo von 0,0178 mm enthält; bald fehlt die äussere Substanzlage (welche die ursprüngliche Dotterhaut bildete). Unentwickelte Eier sind kleiner, kuglig, anfänglich ohne die innere Hülle, eine Dotterkugel und einen besonderen Haufen von Embryonalzellen umschliessend.

Taenia mediocanellata. Eier (6) ganz ähnlich, aber merklich oval und fast regelmässig mit der ursprünglichen Dotterhaut versehen. Grösse und sonstige Beschaffenheit der Eischale wie beim vorigen Thier.

Daneben werden noch im Kothe die bekannten Haken der Taenien und ihrer Jugendformen, ebenso bei Trichinenkrankheit geschlechtsreife Exemplare dieses Wurmes für die Diagnose eines Helminthenleidens verwendbar.

Achtzehnter Abschnitt.

Pankreas, Leber, Milz.

Noch sind uns die beiden grossen, mit dem Darmkanal verbundenen drüsigen Organe, das Pankreas und die Leber, übrig geblieben. Ebenso möge hier die Milz ihre Erörterung finden.

Das Pankreas können wir rasch absolviren. Seine Untersuchungsmethoden sind die gewöhnlichen grösserer traubiger Drüsen. Das frische Organ, die üblichen Mazerationsmethoden, in Alkohol oder Chromsäure erhärtete Stücke mit Zuhülfenahme der für Drüsen üblichen Reagentien lassen den Bau erkennen. Schöne Bilder liefert das flach ausgebreitete Pankreas kleiner Nagethiere, der Maus, Ratte, des Kaninchens, während die Untersuchung der menschlichen Bauchspeicheldrüse durch den Reichthum der Drüsenzellen an Fettkörnchen sehr gewöhnlich einige Schwierigkeit findet. Injektionen der Blutgefässe gelingen leicht. Erfüllungen der Drüsenkanäle (Fig. 261) versuche man mit kaltflüssigen Gemischen, z. B. dem löslichen Berliner Blau von Brücke. Schon die vorsichtig geführte Spritze kann dazu ausreichen. Bessere Dienste zur Erfüllung der feinsten zwischen den Drüsenzellen verlaufenden kapillaren Gängchen (*c*) leistet der konstante Druck.

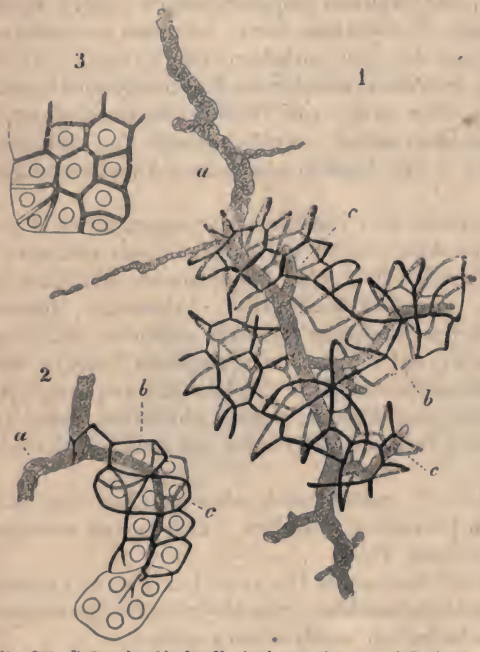


Fig. 261. Drüsenkanäle des Kaninchenpankreas nach Saviotti. *a* stärkerer Ausführungsgang; *b* derjenige eines Acinus; *c* feinste kapillare Gänge.

Dagegen bedarf mancher Eigenthümlichkeiten halber die Leber einer genaueren Erörterung. Und in der That ist gerade die Durchforschung dieser voluminösesten aller Drüsen des Körpers zugleich eine schwierige, so dass einzelne Strukturverhältnisse bis zur Stunde noch kontrovers geblieben sind.

Jedes der bisher besprochenen drüsigen Organe zeigte alsbald dem Beobachter neben den Inhaltszellen eine umgebende Membrana propria (die allerdings durch die begrenzende Bindegewebeschicht ersetzt sein konnte). Während nun die Zellen der Leber mit grösster Leichtigkeit wahrzunehmen sind, bereitet die Frage nach der Existenz der Membrana propria den Mikroskopikern grosse Verlegenheit.

Fig. 262. Leberzellen des Menschen; *a* mit einfachen, *b* mit doppeltem Kerne.

Um die Leberzellen (Fig. 262) zu demonstriren, genügt das einfachste Verfahren. Schneidet man in das frische Organ ein, und streicht man über die Schnittfläche mit der Skalpellklinge, so bietet uns die bräunliche Masse, mit einer Flüssigkeit verdünnt, zahlreiche Exemplare dar, theils vereinzelt, theils in Reihen und Resten netzförmiger Züge. Die charakteristische

Gestalt, den feinkörnigen Zelleninhalt, sehr gewöhnlich mit einzelnen Fettmolekülen untermischt und den Kern, der nicht selten doppelt in einem Zellenkörper liegt (nach unsern jetzigen Ansichten ein Zeugniss der Zellentheilung), zeigt die vorstehende Figur. Eine besondere Zellenmembran kann indessen an den Zellen der Leber nicht dargethan werden; eine etwas erhärtete Rindenschicht nimmt vielmehr ihre Stelle ein.

Bekanntlich unterscheidet man schon seit langen Zeiten die sogenannten Leberläppchen. Es sind dieses Substanzinseln des Gewebes, bald braunroth im Innern und mit bräunlichem Randtheil, bald von umgekehrtem Kolorit. Sie fliessen bei den meisten Säugethieren an der Peripherie mit einander zusammen, erfahren jedoch hier und da eine deutlichere Abgrenzung von einander.

Bei einer solchen schärferen Trennung der Leberläppchen zeigt das Mikroskop als Ursache eine stärker entwickelte bindegewebige Grenzschicht. Die Leber der Katze, des Schafs und ganz besonders des Schweins zählen hierher. Manches, was an dem Organ anderer Thiere und des Menschen nur mühsam zu erkennen ist, tritt uns bei dem zuletzt erwähnten Thiere deutlicher hervor; die Schweinsleber ist daher von den modernen Histologen als höchst geeignetes Untersuchungsobjekt mit Recht empfohlen worden.

Mit Hülfe eines scharfen Skalpells kann man z. B. dicht unter der Oberfläche hin einen feinen Querschnitt eines solchen Läppchens aus dem frischen Organe gewinnen. Von anderer Seite ist das Valentin'sche Doppelmesser (S. 65) hierzu empfohlen worden. Viel besser aber, wie wir später zu besprechen haben, bedient man sich zur Anfertigung derartiger Ansichten der mit Alkohol (oder Chromsäure) erhärteten Leber. Auch die Gefrierungsmethode rathen wir an.

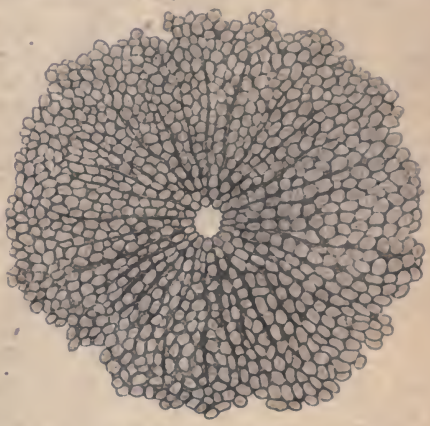


Fig. 263. Querschnitt eines menschlichen Leberläppchens.

Ein solcher Querschnitt (Fig. 263) — wir empfehlen hier vor Allem die Hämatoxylintinktion — zeigt uns nun die Reihen der Leberzellen oder das Zellenbalkennetz in einer im Allgemeinen radienartigen Anordnung und jene Zellenzüge durch kurze Querreihen zugleich netzartig verbunden. Gewöhnlich liegen in der Leber des Menschen und der Säugethiere die Zellen eines solchen Balkens in einfacher Reihe und nur an den Knotenpunkten stellenweise gedoppelt; doch kommen manche Verschiedenheiten vor. Ein System ähnlicher Lücken tritt uns an solchen Präparaten meist sehr deutlich entgegen.

Fig. 264. Die injizirte Kaninchenleber mit den Zweigen der Pfortader und Lebervene.

Injizirt man behufs weiterer Untersuchungen mit transparenten Substanzen die Blutgefässe (entweder in einfacher Füllung von der Vena hepatica oder der Pfortader- oder mit doppelter Masse von beiden Venen zugleich), so erscheint das radienförmig angeordnete Haargefässnetz in

überraschender Schönheit, und man überzeugt sich sogleich, wie die erwähnten Lücken, welche der Querschnitt des Leberläppchens gezeigt hatte, kapillaren Bahnen des Gefässnetzes ihren Ursprung verdanken, ebenso die rundliche, zentrale Lücke (Fig. 263) der Querschnitt eines Aestchens der Lebervene (Vena intralobularis von KIERNAN) ist.

Die nähere Anordnung der Blutgefässe kann Fig. 264 dem Leser versinnlichen. Mehrere Läppchen erscheinen von einem in der Seitenansicht hervortretenden Pfortaderzweig mit feineren Aestchen, welche die Zwischenräume zwischen den Läppchen einhalten (Venae interlobulares), versorgt, und im Zentrum bemerkt man die Stämmchen des Lebernervensystems. In den peripherischen Theil des Haargefässnetzes senken sich dann noch einzelne Zweige der Arteria hepatica ein, so dass von dem letzteren Gefässe aus die Injektion mit ähnlichem Erfolge wie durch die Pfortader geübt werden kann.

Schon im frischen Zustande zeigt die vorher injizirte Leber die Kapillarmaschen durch die Reihen der Leberzellen eingenommen, so dass also förmlich zweierlei Netze, das der Blutbahn und dasjenige der Zellenbalken, in einander geschoben sind.

Bei weitem schöner aber vermögen wir an gut erhärteten Organen, wo die Rasirmesserklinge sehr feine Schnitte ergiebt, die betreffenden Beobachtungen zu machen. Man kann sich des einfachen Alkohol bedienen, ebenso des CLARKE'schen Gemisches aus Weingeist und Essigsäure (S. 83). BEALE rühmt namentlich die Verwendung von Alkohol, welcher mit ein paar Tropfen Natronlauge versetzt ist (vergl. S. 83). Solche Präparate, von anhängenden Massen durch Abspülen befreit und mit Karmin oder (was ebenfalls sehr zu empfehlen) mit Hämatoxylin tingirt, gewähren allerdings ein Bild, als ob die Zellen ganz frei in den Lücken des Haargefässnetzes eingebettet seien. Und in der That hat man längere Zeit gerade diese Ansicht vertreten, obgleich mit demselben Rechte auch die entgegengesetzte Auffassung hätte vertheidigt werden können, dass nämlich ein in homogene Membran eingeschlossenes Zellennetz von dem netzförmigen Lakunensystem kapillärer Blutströme durchzogen werde.

Die modernen Hülfsmittel haben uns hier einen bedeutenden Schritt weiter geführt.

Feine Schnitte einer — wir möchten sagen — zur auspinselfähigen Konsistenz erhärteten Leber (ich verwende gewöhnlichen Alkohol dazu, anfangs stark wässerigen, dann wasserärmeren) gestatten die Entfernung der Leberzellen, allerdings nur über beschränktere Stellen (Fig. 265). Es bleibt so in höchster Zierlichkeit ein sehr feines, von homogener Membran geformtes Netzwerk (*a*) zurück, welches Blutstrom und Zellenreihe trennt. Greift man zu Tinktionen mit Hämatoxylin oder Karmin, so werden einmal die Reihen der vom Pinsel nicht entfernten Leberzellen sehr schön hervortreten; alsdann aber wird man neben den Kapillarkernen noch einzelne kleine rundlichere Kerne, und zwar beim erwachsenen Geschöpfe meist nur geschrumpft, in dieser wasserhellen Membran des Netzgerüstes erkennen.

Fig. 265. Gerüstesubstanz aus der Leber des Kindes. *a* homogene Membran mit Kernen; *b* fadenartige Stränge der ersteren; *c* einzelne nach dem Pinseln übrig gebliebene Leberzellen.

Benützt man die Leber des menschlichen Neugebornen oder eines Embryo aus den letzten Monaten, sowie der Säugethiere auf entsprechenden Lebensstufen, so tritt stellenweise mit grosser Deutlichkeit die betreffende feine wasserhelle Haut als eine doppelte uns entgegen, deren eine Lage der Kapillarwandung entspricht, während die andere das Zellenbalkenwerk begrenzt.

Hiernach unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass eine dünne, oftmals sogar äusserst feine Schicht homogener bindegewebiger Stützsubstanz (in Kontinuität mit dem die Leberläppchen umhüllenden Bindegewebe) und mehr membranartig gegen die Zellennetze verdichtet, die lang gesuchte Membrana propria der Leberzellenreihen bildet oder ersetzt. Ihr gehören jene Kerne, welche in früherer Lebensperiode reichlicher vorkommen, und oft von deutlichem Zellkörper umhüllt sind, als ein System von Bindegewebekörperchen an.

Während jene beiden Membranen, die bindegewebige Gerüstsubstanz und die Haut der Haargefässe, anfänglich getrennt sich zeigen, machen sie uns bei älteren Geschöpfen oftmals den Eindruck, als wären sie verschmolzen (s. u.). Die schönen Ergebnisse, welche uns schon vor Jahren Remak über die Bildungsweise der Leber mitgetheilt hat, werden also am Organe des Neugebornen und Erwachsenen bestätigt. Die Kenntniss der betreffenden Thatsachen verdanken wir zum Theil Beale, besonders aber E. Wagner.

Wir kommen nun zur Erörterung der Gallenwege. Ihre Zweige mit faseriger Membran und einer Bekleidung niedriger zylindrischer Epithelialzellen umziehen, theils mehr geschlossen als höchst zierliches Ringnetz (Katze, Kaninchen, Meerschweinchen), theils in Gestalt getrennter, bogig gekrümmter verzweigter Gänge (Schwein) die Peripherie der Läppchen, und halten somit einen ähnlichen Verlauf ein, wie die Aeste der Pfortader. Man erkennt diese Gänge (deren Muskulatur, wie Heidenhain gezeigt, durch die Behandlung mit Chlorpalladium [1 : 900] hervortritt) bei vorsichtigen Injektionen des Ductus hepaticus ziemlich leicht; ebenso, nachdem man jene Kanäle einmal beobachtet hat, auf feinen Schnitten des gehärteten Organes unter Beihülfe von Pinseln und Tinktion. Hier und da wird das letztere Verfahren uns auch einmal noch feinere Gänge zeigen, welche nach einwärts in das Läppchen laufen.

Die feinere Injektion der Gallenwege muss natürlich für die weitere Ermittelung der Struktur zu Hülfe genommen werden; sie hat das Verhalten der letzten Gallengänge zu den Zellenreihen des Leberparenchyms zu entscheiden. Diese Prozedur ist aber bei der grossen Zartheit des Läppchenbaues und bei dem

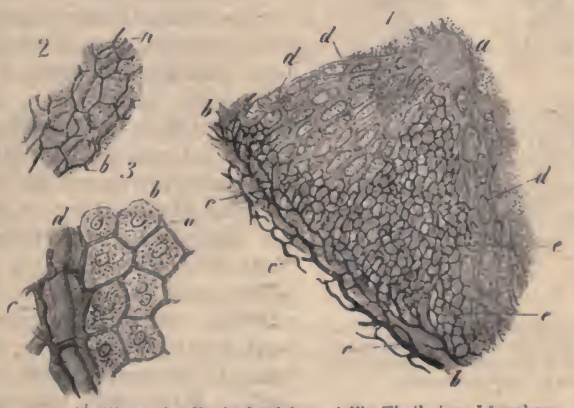


Fig. 266. Gallenkapillaren der Kaninchenleber. 1 Ein Theil eines Läppchens. *a* Vena hepatica; *b* Pfortaderast; *c* Gallengänge; *d* Kapillaren; *e* Gallenkapillaren. 2 Die Gallenkapillaren (*b*) in ihrem Verhalten zu den Haargefässen der Blutbahn (*a*). 3 Gallenkapillaren in ihrer Anordnung zu den Leberzellen. *a* Kapillaren; *b* Leberzellen; *c* Gallengängchen; *d* Haargefäss der Blutbahn.

Hinderniss, welches die in jenem Kanalwerk angestaute Galle der Injektionsmasse darbietet, eine schwierige und in der Regel auch, namentlich bei Leimlösungen, an rasch erscheinenden Extravasaten scheiternde.

Erst in neuester Zeit ist es geglückt, hier zu einem entschiedenen Resultate

zu gelangen (Budge, Andrejevic, Mac Gillavry, Frey, Hering, Eberth), nämlich ein höchst elegantes feines Gallennetzwerk, welches das ganze Leberläppchen durchsetzt und mit seinen Maschen die einzelnen Leberzellen umgiebt, zu erfüllen. Ein analoges hat man hinterher in den traubigen Drüsen entdeckt (S. 272).

Man bediene sich hierzu der noch ganz frischen Leber des eben getödteten Thieres und entweder der S. 112 und 113 beschriebenen, sowie Fig. 82 und 83 abgebildeten Apparate mit konstantem Druck oder des Hering'schen. Eine vorherige Entleerung der Galle ist nicht nothwendig. Als Injektionsmasse dient ein wässriges Berliner Blau (S. 110, Anm.), welches oft schon bei sehr geringer Druckhöhe (20—25mm Quecksilber) das wunderbare Netzwerk eines Läppchens zu füllen vermag; in andern Fällen erst bei vorsichtig gesteigertem Druck (40—50 mm). Ein rundliches Maschenwerk höchst enger, nur 0,0023—0,0018mm messender, zylindrischer Röhrchen durchsetzt alsdann das ganze Leberläppchen. Das Kapillarnetz der Blutbahn durchstrickend umgiebt es mit der Einzelmasche zugleich die Drüsenzelle, so dass die Oberfläche einer jeden Leberzelle theilweise mit jenen feinsten Gängen, welche man passend »Gallenkapillaren« genannt hat (Mac Gillavry) in innige Berührung gelangt. Unser Holzschnitt Fig. 266 gewährt dem Leser von jener Struktur eine erste Vorstellung; 1 zeigt die Anordnung im Läppchen bei schwächerer Vergrösserung, 2 zeigt die Gallenkapillaren und Haargefässe der Blutbahn und 3 stärker vergrössert jene nebst den Leberzellen.

Fig. 267. Feinste Gallengänge der Leber; 1, der Ringelnatter (nach Hering); 2 des Salamanders nach Eberth); 3 des Kaninchens. *a* Blutgefässe; *b* Leberzellen; *c* Gallenkapillaren.

Anfänglich ist es allerdings nur bei wenigen Säugethierarten geglückt, das zierliche Verhältniss nachzuweisen. Ziemlich leicht gelingt die Injektion beim Kaninchen, schwieriger beim Hund, der Katze, dem Igel, dem Kalb und dem Meerschweinchen. Später hat man auch in den übrigen Wirbelthierklassen wesentlich den gleichen Bau bemerkt (Hyrtl, Hering, Eberth). Auch die Einspritzung von Indigkarmin in die Vene des lebenden Thieres (vergl. S. 111), welche nach den Angaben von Chrczonszczewsky und Eberth ebenfalls das Netzwerk der Gallenkapillaren vorzuführen vermag, ist für derartige Studien zu empfehlen*). Man erhält oftmals beim Hunde wunderbar schöne Füllungen, schwieriger beim Kaninchen.

Welches ist nun aber das genauere Verhalten der Gallenkapillaren zu den Zellen und Blutgefässen der Leber?

*) Asp zeigte, wie man die feinsten Gallengänge mit dem natürlichen Inhalte erfüllt sichtbar machen kann. Er injizirte in den Ductus choledochus eines lebenden Thieres 15 Grammes einer gesättigten Gummilösung oder Talg. Einige Tage später tödtet man das Geschöpf, und erhärtet die Leber in absolutem Alkohol, mit Chromsäure oder doppelchromsaurem Kali. Die Gallenkapillaren treten jetzt als feine goldgelbglänzende Fäden hervor.

Die Ringelnatter (Fig 267, 1) zeigt uns in zierlichster Weise das querdurchschnittene feinste Gallengängchen (*c*) von einem Kranze der Drüsenzellen (*b*) umgeben und durch diese von den Haargefässen (*a*) geschieden. Aehnliches bietet auch die Leber der Salamander (2) dar.

Bei den Säugethieren gewinnt dagegen das feine Kanalsystem der Gallenwege durch die mächtige Ausbildung der Seitenzweige die Fig. 266 gezeichnete netzartige Entfaltung. Hier nun (Fig. 267, 3) sehen wir die Oberfläche jeder Leberzelle (*b*) ein- oder mehrfach von den Gallenkapillaren (*c*) berührt. Niemals aber grenzen Gallenkapillaren und Haargefässe (*a*) an einander. Immer trennt vielmehr eine Drüsenzelle oder ein Bruchtheil derselben den Gallen- und den Blutstrom. Es ist also auch bei dem Säugethier, aller Komplikation unerachtet, der alte Grundplan eingehalten.

Ist die Injektion mit konstantem Druck gelungen — und man höre auf, sobald einzelne Läppchen der Leberoberfläche sich schwach bläuen — so kann man das frische Organ untersuchen. Zweckmässiger ist es, hinterher mit stärker angesäuertem Karminleim die Blutbahn zu fällen, und die erkaltete in Stücke zerschnittene Leber in starkem mit ein paar Tropfen Essigsäure versetztem Alkohol zu erhärten. Wendet man hinterher noch eine schwache Karmintinktion an, so ergeben sich sehr hübsche und instruktive Präparate.

Setzt man die Einspritzung zu lange fort, oder wendet man einen allzuhohen Druck an, so erfolgt nach Mac Gillavry ein Einbruch in die Lymphbahn, in das höchst entwickelte lymphatische Netzwerk des Läppchens. Man glaubt auf den ersten Blick die Haargefässe des Blutstromes erfüllt zu haben, so täuschend gestaltet sich das Bild. Genaueres Zusehen lehrt, dass die Injektionsmasse mantelartig das feine Blutgefäss umgiebt. Der umhüllende Lymphstrom (welcher an ähnliche Verhältnisse des Zentralnervensystems erinnert S. 212) nimmt also jenen Zwischenraum zwischen Haargefässwandung und Bindegewebe ein, welches nach Art einer Membrana propria das Zellenbalkennetz umgrenzt.

Solche Einbrüche in die Lymphbahn, welche schliesslich zur Füllung interlobulärer Lymphgänge führen, erfolgen sehr leicht, und sind von früheren Experimentatoren hier und da für gelungene Injektionen der Gallenwege irrig genommen worden.

Die stärkeren Lymphkanäle lassen sich in der Umgebung der Läppchen erkennen. Sie sind regelmässiger angeordnet, und verlaufen theils vereinzelt, theils zu Netzen von ungleicher Grösse vereinigt. Schon hier beginnen jene Lymphgänge die zwischen den Läppchen befindlichen Blutgefässe und Gallenkanäle netzartig zu umstricken, was später bei den grösseren Stämmen der letzteren immer der Fall ist. Die menschliche Leber besitzt ferner nach den Ergebnissen Teichmann's ein einschichtiges Netz oberflächlicher, im Peritonealüberzug enthaltener Gänge von verschiedener Maschenweite und wechselndem Quermesser, mitunter zu förmlichen Lymphbehältern erweitert.

Die Nerven der Leber kommen vom Plexus coeliacus, und bestehen theils aus markhaltigen, theils Remak'schen Fasern. Man hat sie zu den Gefässen, den Gallengängen und dem Ueberzug des Organs treten sehen. Nach Pflüger verbinden sich zahlreiche Enden überdiess mit den Leberzellen.

Er empfiehlt das nachfolgende Verfahren:

Man nimmt eine ganz frische Hunde- oder Schweinsleber, und macht eine grosse Menge feinster Schnitte. Diese überträgt man vorsichtig in ein mit Beale'scher Karminlösung gefülltes Uhrgläschen. Hier (durch einen übergestürzten Kasten vor Staub geschützt) verweilen sie längere Zeit. Nach 14 Tagen, oft aber auch schon früher, sind jene Objekte zur Untersuchung geeignet, und erhalten sich in derartigem Zustande viele Wochen hindurch. Man nimmt jetzt ein Schnittchen aus dem Uhrgläschen hervor, und wäscht es durch Schwenken in einem auf dem Objektträger befindlichen Tropfen der Osmiumsäure von 1003 spez. Gew. ab.

Dann übergiesst man das Präparat mit einem neuen Tropfen des eben genannten Reagens, und zerkleinert behutsam mit der Nadel. Zerrung ist hierbei möglichst zu vermeiden. Die Nerven erscheinen jetzt als schwarze Fasern schon bei Vergrösserungen von 180—200.

Die Untersuchung des Lebersekrets, der frischen normalen Galle, zeigt dem Mikroskopiker eine klare, farblose Flüssigkeit ohne Körnchen und Fetttröpfchen, höchstens mit einigen abgestossenen, von Farbestoff tingirten Zylinderzellen. Die zelligen Elemente der eigentlichen Lebersubstanz im Gegensatz zu manchen andern Drüsen fehlen in jenem Sekrete gänzlich, so dass wir über ihre Lebensdauer und ihr Geschick uns noch im Dunkeln befinden.

Unter mehr abnormen Verhältnissen bilden sich Sedimente im Inhalte der Gallenblase. Das Mikroskop kann uns schleimige Massen mit reichlicheren Mengen von abgetrennten Zylinderepithelien und granulirten kugligen Zellen (Schleim- und Eiterkörperchen) zeigen. In der lange in der Blase zurückgehaltenen Galle begegnet man nur sehr selten Krystallen des Cholestearin (vergl. S. 214), zuweilen dagegen Abscheidungen des rothen Gallenfarbestoffs oder Bilirubin (Cholepyrrhin, Biliphaein, Bilifulvin). Dieselben besitzen meistens amorphe Gestalten, und stellen wurstförmige knollige Massen dar.

Durch Behandlung mit Chloroform erhält man ansehnlichere und ausgebildetere Krystalle, rhombische Prismen, Nadeln und Blättchen. Noch mehr empfiehlt sich die Anwendung des Schwefelkohlenstoffs. Unsere Fig. 268 zeigt prächtige Krystalle des Bilirubin, welche von Staedeler aus menschlichen Gallensteinen auf letzterem Wege gewonnen worden sind. Ob übrigens Bilirubin und Hämatoïdin gleiche oder nur nahe verwandte Körper bilden, ist noch nicht sicher entschieden.

Fig. 268. Krystalle des Bilirubin, aus Schwefelkohlenstoff abgeschieden.

Pathologischen Umänderungen des Lebergewebes begegnet man häufig. Ihre Kenntniss ist in neuerer Zeit namentlich durch eine klassische Arbeit von Frerichs und die interessanten Beobachtungen E. Wagner's gefördert worden. Wie in anderen drüsigen Organen finden wir auch hier die Zellen zwar der Vermehrung und mannichfachen Umänderungen, aber selten (?) einer Umgestaltung zu neuen Gewebeelementen fähig, während die Neubildung auch hier von den kleinen zellenartigen Gebilden der bindegewebigen Gerüstesubstanz meistentheils ausgehen soll.

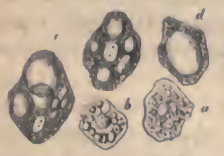


Fig. 269. Zellen der Fettleber.

Die Untersuchungsmethode ist in der Regel eine einfache. Erhärtung in Alkohol und Tinktion mit Hämatoxylin liefert uns die besten Objekte.

Bei der Hypertrophie der Leber sehen wir einmal eine Vergrösserung der vorhandenen Drüsenzellen, so dass sie das Doppelte, ja Dreifache ihres normalen Umfangs erreicht haben, und häufig zweifache, zuweilen dreifache Kerne umschliessen. In anderen Fällen zeigt uns das Mikroskop kleine rundliche blasse Zellen mit ansehnlichem Kerne. Diese junge, aus den normalen Leberzellen hervorgegangene Formation kann den grösseren Theil des Leberparenchym herstellen, aber auch spärlich neben den erwähnten grossen Zellen getroffen werden.

In den Leberzellen gesunder Menschen begegnet man einzelnen braunen Molekülen von Gallenpigment. Bei gehemmter Gallenausscheidung nimmt zunächst (und besonders in den der Lebervene angrenzenden Zellen) die Menge dieser Moleküle zu, oder der Zellenkörper wird gelblich. Auch der Kern kann sich tingiren, und im Zelleninhalte erscheinen feste, rundliche, kolbige oder stäbchenförmige

Massen von gelbem, rothbraunem oder grünlichem Kolorit. Bei längerer Dauer des Uebels erfüllen Konkretionen des Gallenpigmentes, vielfach in Gestalt stäbchenartiger Gebilde, die ausgedehnten Gallenkapillaren (O. Wyss).

Der Ablagerungen von Fettmolekülen und Fetttröpfchen in den Leberzellen haben wir schon oben gedacht. Höhere Grade derselben bilden sehr häufige, sowohl physiologische als pathologische Vorkommnisse (Fig. 269). Eine fettreiche oder sonst luxuriöse Nahrung, verbunden mit geringer Körperbewegung, führt häufig einen derartigen Zustand, eine sogenannte Fettleber herbei. So findet man es in den Leichen ganz gesunder, plötzlich verunglückter Erwachsener, ebenso bei Säuglingen. Setzt man der Nahrung eines Hundes Leberthran zu, so sind schon nach einigen Tagen die Leberzellen des Thieres stark mit Fetttröpfchen erfüllt, und nach 8 Tagen ganz mit denselben überladen. Giebt man den Thranzusatz auf, so verschwindet dieser Fettüberschuss nach einiger Zeit aus den Zellen. Das Mästen der Gänse liefert eine derartige, von den Gourmands hoch geschätzte Fettleber. In andern Fällen krankhafter Natur beobachtet man denselben Zustand, so namentlich häufig bei der Lungenschwindsucht und Säuferdyskrasie. Oertlich beschränkte Fettüberladungen des Lebergewebes kommen ebenfalls vielfach vor.

Verfolgen wir mit dem Mikroskop die steigende Infiltration der Leberzellen, so sehen wir die anfänglich kleinen Tröpfchen der Moleküle des Fettes zahlreicher und zahlreicher werden (*a. b*), dann zu ein paar Tropfen zusammenfliessen (*c*); endlich vereinigen sich auch diese zu einem einzigen (*d*).

Leicht an der Hand der oben erwähnten Methode findet man in interessanter Weise das Fortschreiten der Fetteinlagerung durch die Zellen des Läppchens.

Von der Pfortader eingeführt, lagert sich zunächst das Fett in die jenem Kapillarbezirk angehörigen Zellen, also in den peripherischen Theil des Leberläppchens. Dann geht der Prozess Schritt vor Schritt weiter nach innen, so dass bald nur noch die zentralen, der Lebervene angrenzenden Zellenbalken von Fett frei sich ergeben, und endlich auch die letzteren die Einbettung erleiden. Jetzt sind die sämmtlichen Zellen fettüberladen. Die umgekehrte Richtung hält der Resorptionsvorgang ein.

Eine solche Fettleber wird zwar uns durch ihren geringeren Blutgehalt auffallen und für die Gallenabsonderung weniger leisten, als das normale Organ: ihre Zellen aber ertragen (an diejenigen des Fettgewebes erinnernd) jene fettige Einlagerung im Ganzen gut, und kehren vielfach wieder zur alten Beschaffenheit zurück.

Anders ist es dagegen mit den wirklich fettig entarteten Zellen der Leber. Wie wohl überall, geht auch hier das Gebilde durch den Degenerationsprozess zu Grunde. Man findet eine derartige Umwandlung meistens nur an beschränkten Stellen des Lebergewebes, in der Nähe von Entzündungsheerden oder Geschwülsten.

Bei einer sehr merkwürdigen und in ihren kausalen Momenten noch völlig räthselhaften Krankheit, der akuten oder gelben Leberatrophie, beobachtet man einen raschen, oft ganz rapiden Zerfall der Leberzellen, so dass an ihrer Stelle bei hochgradigen Fällen nur ein Detritus, bestehend aus theils farblosen, theils bräunlichen Körnchen, Fettmolekülen und Fetttröpfchen, sowie krystallinischen Zersetzungsprodukten (Leucin und Tyrosin) gefunden wird, welche dann durch den Harn theilweise Abfuhr erfahren. Das Gerüste der Zellenbalken erhält sich aber dabei, so dass es leicht mit dem Pinsel isolirt werden kann; ebenso die Wandung der Haargefässe. Versucht man jedoch diese letzteren zu injiziren, so treten baldig zahlreiche Extravasate ein, offenbar darum, weil statt der früheren Zellen jetzt die erweichte Masse der feinen Kapillarwandung keinen Halt mehr gewährt.

Soeben gedachten wir krystallinischer Zersetzungsprodukte, deren massenhaftes Vorkommen bei der sogenannten gelben Atrophie durch Frerichs zuerst beobachtet worden ist.

Fig. 270. Krystallformen des Tyrosin.

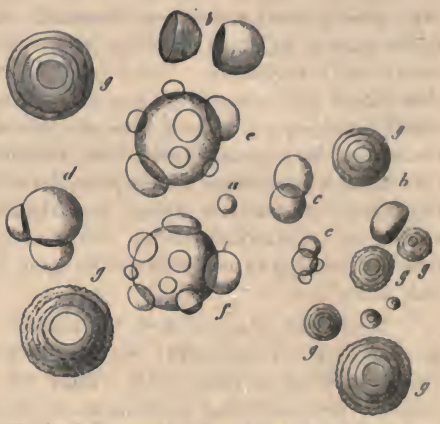


Fig. 271. Verschiedene Krystallmassen des Leucin.

Bei Infektionskrankheiten, bei typhösen, sogenannten pyämischen und septischen Leiden, ebenso bei Fällen bösartiger Wechselfieber treten überhaupt als Zeugnisse geänderten Stoffumsatzes in der Leber Stoffe auf, welche im normalen Organe entweder ganz fehlen, oder nur weit sparsamer vorhanden sind. Es zählen hierher eine Reihe krystallinischer, den organischen Basen zugerechneter Substanzen.

Fig. 272. Krystalle des salpeter- und salzsauren Hypoxanthin.

Unter ihnen stehen Tyrosin und Leucin in erster Linie. Das Tyrosin (Fig. 270) erscheint in seideglänzenden weissen Nadeln, welche theils mehr isolirt vorkommen (*a*), theils aber zu zierlichen kleineren und grösseren Gruppen (*b. b*) verbunden sind. Seine Reaktionen mögen in einem Lehrbuch der Zoochemie nachgewiesen werden.

Leucin (Fig. 271) erhalten wir bei den Untersuchungen des menschlichen Körpers in verschiedenen Gestalten. Darunter zeigen sich vielfach eigenthümliche Drusen von charakteristischem Ansehen, theils kleine Kugeln (*a*), theils halbkuglige Gebilde (*b*), theils Aggregate derartiger Massen (*c. d*), wobei nicht selten einem grösseren sphärischen Körper mehrfache kleine abgeplattete Kugelsegmente aufsitzen (*e. f*). Geschichtete Kugeln (*g. g*) mit glatten Rändern erinnern an Stärkemehlkörner; andere haben eine rauhe Oberfläche. Ganz ähnliche Drusen feiner Krystallnadeln kommen ebenfalls vor.

Viel seltener hat man das Hypoxanthin (oder Sarkin), einen dritten derartigen Zersetzungsstoff, in der krankhaften Leber angetroffen. Auch hier müssen wir hinsichtlich der weiteren Eigenschaften auf die Lehrbücher der Chemie verweisen. Bezeichnende Krystallformen liefern die Verbindungen mit Salpetersäure und Salzsäure. Unsere Fig. 272 zeigt in ihrer oberen Hälfte die Gestaltung des salpetersauren Salzes, während der untere Theil eine Darstellung des salzsauren Salzes liefert. Die kleineren gurkenförmigen Krystalle des salpetersauren Hypoxanthin sind namentlich bezeichnender Natur.

Noch ein anderer nahe verwandter Körper, das Xanthin, welches einen Harnbestandtheil darstellt, und ebenso in verschiedenen Organen getroffen worden ist, kommt in der gesunden und kranken Leber vor, und möge hier beiläufig erwähnt sein. Die Krystallformen der Verbindungen mit Salpetersäure und Salzsäure zeigt Fig. 273. Die obere Hälfte stellt das salpetersaure Xanthin dar; der untere Theil des Bildes ist eingenommen von den charakteristischen Krystallen des salzsauren Salzes.

Fig. 273. Krystalle von salpeter- und salzsaurem Xanthin.

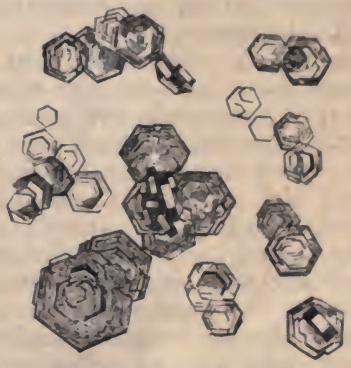


Fig. 274. Krystalle des Cystin.

Auch Cystin (Fig. 274), ein durch seinen hohen Schwefelgehalt ausgezeichnetes Zersetzungsprodukt des Körpers, krystallisirend in farblosen sechsseitigen Tafeln oder Prismen, hat man unter jenen Zersetzungsprodukten in der Leber bei den oben genannten Infektionskrankheiten beobachtet. Es kommt indessen auch dem normalen Organe wohl zu.

Während die oben besprochenen pathologischen Prozesse uns eine Umänderung der Leberzellen zeigen, bleiben die letzteren bei vielen anderen krankhaften Zuständen des Organs entweder ganz unbetheiligt, oder werden in untergeordneter Weise, und dann erst nachträglich, etwa durch Kompression, verändert.

In manchen Fällen bösartiger Intermittens hat man eine starke Melaninentwicklung im Gewebe der Milz beobachtet. Pigmentirte Zellen und schollenartige Körper, letztere oft von ansehnlicher Grösse, gelangen durch die Vena lienalis in das Pfortaderblut und von hier in den Gefässbezirk der Leber. Untersucht man die oft dem unbewaffneten Auge sichtbaren braunen inselartigen Figuren der Läppchen, so sieht man, wie die Haargefässe, aber auch stärkere Aestchen, welche der Pfortader und Lebervene angehören, von jenen pigmentirten Massen verstopft sind. Auch in anderen Organen, namentlich der Niere und dem Gehirn, begegnet man den gleichen Embolien. Ob die bei solchen Erkrankungen beobachteten Gehirnsymptome hierdurch sich erklären lassen, mag dahin gestellt bleiben.

Auch die sogenannte Wachs-, Speck- oder Amyloidentartung der Leber, welche gleich und zusammen mit derjenigen von Milz und Niere kein

seltenes Vorkommen ist, betrifft wenigstens nicht allein die Leberzellen. Schon früher gedachten wir beim Gefässsystem gelegentlich jenes Prozesses (S. 232). Man hat lange über die Natur der homogenen mattglänzenden, eigenthümlich reagirenden Substanz gestritten, und ist auch bis zur Stunde noch zu keinem sicheren Resultat gelangt. Heutigen Tages wissen wir wenigstens, dass alle obigen Namen falsch sind, indem ein Umwandlungsprodukt eiweissartiger Stoffe, nicht aber Fettsubstanzen oder gar Amylon und Cellulose vorliegen (Kekulé, C. Schmidt). Die mikroskopische Beobachtung hat gelehrt, dass einmal die Wandungen der kleinen Arterienzweige und Leberkapillaren jene Veränderung erleiden. Die betreffenden Gefässwandungen verdicken sich, werden starr, homogen und glänzend; dabei findet eine Abnahme, mitunter ein Verstreichen des Lumen statt, so dass ein farbloser Zylinder die Folge ist. In der Zelle selbst verliert sich der normale feinkörnige Inhalt mehr und mehr, um einer homogenen Masse Platz zu machen, und der Kern geht allmählich zu Grunde. Die zu Schollen umgewandelten Zellen hängen zuweilen fest mit anderen zusammen, in Form konsistenter, unregelmässiger Plättchen.

Schon oben (S. 79) haben wir der eigenthümlichen Reaktion von Iod und Schwefelsäure auf den uns beschäftigenden Stoff gedacht. Wir wollen diese hier beispielsweise näher erörtern.

Der Schnitt, welchen wir durch das frische Lebergewebe gemacht und ausgewaschen haben, kommt in eine schwächere wässrige Iodlösung, und wird in derselben zweckmässig einige Zeit gelassen, sowie behufs besserer Durchtränkung ein paar Mal umgewendet. Schon jetzt bemerkt man ein bezeichnendes braunrothes Kolorit. Dann entfernt man den grösseren Theil dieser Flüssigkeit, legt ein Deckplättchen auf, und lässt nun möglichst langsam von der Seite her konzentrirte Schwefelsäure einfliessen. In sehr ungleicher Zeit, entweder sofort oder nach wenigen Minuten, oder selbst erst nach Stunden und noch später, erhält man nun entweder eine Steigerung jenes Roths, oder eine schmutzig violette, seltener eine blaue Farbe. Vortheilhafter ist jedoch ein anderes Verfahren. Feine Schnitte in Weingeist erhärteter Präparate werden in ein Glaskästchen mit destillirtem Wasser gebracht, und erhalten einen Zusatz von 10—20 Tropfen Iodtinktur. Dann, gewöhnlich schon nach 5 Minuten (wo die Färbung der amyloiden Substanz einzutreten pflegt), spült man ab und setzt dem abermals zugefügten reinen Wasser 3—6 Tropfen konzentrirter Schwefelsäure zu. Bald rasch, bald erst nach 2—3 Stunden ist die bezeichnende Farbe gewonnen, und jetzt untersucht man mit Beifügung von Glycerin. Solche Objekte kann man bald eine kürzere, bald längere Zeit konserviren, nicht aber nach bisherigen Erfahrungen in Gestalt eines bleibenderen Sammlungspräparats.

Beim Lebertuberkel erkennt man anfänglich die gewöhnlichen Elemente, Kerne, kleine Zellen im Zustande der Schrumpfung, daneben grosse, schollenartige Gebilde mit mehrfachem Kern. Man hat früher jene Massen vom interstitiellen Bindegewebe entstehen lassen. Heutigen Tages gelten die Gefässausbreitungen als Bildungsstätte des Tuberkel.

Eine Hypertrophie dieser die Leber durchziehenden bindegewebigen Gerüstesubstanz mit entsprechender Veränderung der komprimirten Läppchen und Drüsenzellen erhält man bei der sogenannten granulirten Leber, Cirrhosis hepatis. Die Untersuchung kann auf verschiedenen Wegen angestellt werden, indem man Schnitte des frischen Gewebes zerzupft und mit Reagentien behandelt; dann — was wir vorziehen möchten — an passend erhärteten Objekten. In den Anfängen des Prozesses bemerkt man, wie das die Leberläppchen trennende sparsame Bindegewebe stark wuchert, die Zellen desselben sich vermehren und die Zwischensubstanz in eine starrfaserige, an Narbengewebe erinnernde Masse sich umgestaltet. Diese in weiterer Zunahme erdrückt die Leberläppchen mehr und mehr, so dass allmählich nur noch inselartige Reste derselben mit geschrumpften

bräunlichen Zellen getroffen werden. Dieselben sind theils von Blutroth tingirt, theils enthalten sie gelbe Körperchen oder Fettmassen, oder endlich Amyloid. Die Membrana propria kann hierbei noch kenntlich sein, geht aber ebenfalls die Umwandlung zu Bindegewebe endlich ein. Von Resten untergegangener Leberzellen rühren dann die Gruppen und Häufchen bräunlicher Moleküle her, welche man in dem Bindegewebe gelagert antrifft. Die Kapillaren veröden allmählich ebenfalls und zwar in dem Grade, als die Drüsensubstanz schwindet, während die interacinösen Gallengänge sich oft noch lange wegsam zeigen. Injektionen gelingen leicht. Hämatoxylin in passender Stärke liefert reizende Bilder.

Beim Leberkrebs dürfte das bindegewebige Gerüste des Organes wohl in unmittelbarer Umwandlung zum Krebsgerüste oder Stroma werden. Die Herkunft der Krebszellen bleibt bis zur Stunde unsicher.

Wir haben hier endlich noch der Milz zu gedenken. Dieses in seiner physiologischen Seite noch so viel Räthselhaftes darbietende Organ war bis vor wenigen Jahren auch nach seiner Struktur nur dürftig gekannt; und in der That bedarf es vielfacher Hülfsmittel, wenn man zu einem einigermaassen genügenden Verständniss gelangen will. Die grosse Weichheit, der gewaltige Blutreichthum der Milz, die zahlreichen elastischen Scheidewandbildungen erschweren die Behandlung sehr. Das letztere Septensystem (und es zeigt sich hierin eine genaue Parallele mit den verwandten Lymphdrüsen des Geschöpfes) ist bei grossen Säugethieren sehr entwickelt und ein komplizirtes Fachwerk darstellend, während es bei kleinen Geschöpfen mehr und mehr abnimmt, bis zu einem fast völligen Schwinden. Die Milzen kleiner Nagethiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Eichhörnchen etc.) bilden daher, gleich den Lymphknoten dieser Geschöpfe, die zur ersten Untersuchung passendsten Objekte.

Man würde sich sehr täuschen, erwartete man an der frischen Milz auch bei sorgsamster Präparation mehr als isolirte Formbestandtheile, Blutzellen, kontraktile Lymphkörperchen, Gefässepithelien etc. zu finden. Bei der grossen Weichheit des Organes kommen kaum Trümmer der zwar zarten, aber entwickelten, das Ganze durchziehenden bindegewebigen Gerüstesubstanz zum Vorschein. Selbst die Injektion scheitert vielfach an dieser grossen Weichheit auch der frischesten Milz. Wir sind also hier auf den Gebrauch von Erhärtungsmitteln, und, da von Trocknungsmethoden nicht wohl die Rede sein kann, auf die Benutzung des Alkohol, der Chromsäure und des doppelchromsauren Kali angewiesen.

Angenommen, wir wollten uns auf einem dieser Wege die Milz eines kleinen Säugethieres (Kaninchen, Meerschweinchen) zubereiten, so kann das ganze Organ eingelegt werden. Bei den Milzen grösserer Geschöpfe ist es zweckmässig, nur Stücke dem erhärtenden Einflusse obiger Reagentien zu unterwerfen, und vorher einen Strom der Zusatzflüssigkeit durch die Blutbahn mit der Injektionsspritze zu treiben.

Für viele Zwecke genügt der Alkohol vollkommen, namentlich wenn man anfänglich einen wasserreichen benutzt, der dann nach ein paar Tagen durch einen stärkeren Weingeist ersetzt wird. Nach 6—8 Tagen (bisweilen aber auch erst nach ein paar Wochen) kann man schnittfähige Milzen und noch von einer solchen Konsistenz gewinnen, dass sie bequemes Auspinseln gestatten. Stärkere Erhärtungen erlauben letztere so wichtige Prozedur nicht mehr oder nur sehr unvollkommen, und mit ihnen ist in der Regel nichts mehr anzufangen. Ein Einlegen in gewöhnlichen Präparatenweingeist, während 24—28 Stunden, macht vielfach eine Milz erst für die Injektion der Blutbahn geschickt. Injizirte Milzen und man sollte hier wiederum nur transparente, namentlich erstarrende Massen benutzen, wird man in der Regel mit Alkohol auch erhärten.

Für viele Texturverhältnisse leistet aber die Chromsäure entschieden bessere Dienste als der Weingeist. Man lege in reichliche Flüssigkeit nicht allzu voluminöse Massen ein, und verwende anfänglich eine schwache Säure von 0,2—0,1%,

welche nach einigen Tagen mit einer etwa doppelt so starken und später vielleicht einer noch konzentrirteren vertauscht wird. Prüft man von Zeit zu Zeit angefertigte Probeschnitte mit dem Rasirmesser und dem Pinsel, so wird man gute Objekte gewinnen.

Die schönsten Resultate aber habe ich von der Benützung des chromsauren Kali gesehen. Beginnt man mit einer Lösung von etwa 1 %, und wendet man dann täglich etwas konzentrirtere an, so kommt nach einigen Tagen ein Moment, wo das noch nicht hinreichend erhärtete Organ durch Weingeist noch weiter erhärtet werden muss. Nach ein paar weiteren Tagen ist dann unter grosser Schonung des ganzen Gewebes der richtige Zustand gewonnen worden. — Auch die Müller'sche Flüssigkeit ist vortrefflich.

Das fernere Untersuchungsverfahren beruht in der Anfertigung dünner Schnitte nach verschiedenen Richtungen, welche theils ungepinselt, theils durch den Pinsel von Blut- und Lymphkörperchen befreit zur Untersuchung kommen. Ein mehrstündiges Einlegen in reines Glycerin ist zweckmässig. Karmin- und Hämatoxylinfärbungen werden von derselben Wichtigkeit, wie bei den lymphoiden Organen. Das System der Scheidewände tritt ebenfalls auf diesem Wege sehr schön hervor. Zur Erkennung seiner feineren Textur dienen Säuren, die für die Demonstration glatter Muskelfasern üblichen Reagentien, wie Chlorpalladium und die Doppeltinktion mit Karmin und Pikrinsäure.

Indessen, wenn die angegebenen Vorschriften auch zur Erhärtung frischer, einigermaassen konsistenter Säugethiermilzen führen, glaube man nicht, jedes Organ des Menschen damit bewältigen zu können. Die Mazeration, welcher wir bei unseren Leichenöffnungen begegnen, die oft bedeutende Erweichung, welche bei kranken Körpern getroffen werden kann, machen die passende Erhärtung der Milz nicht selten zu einem schwierigen Stück Arbeit, zu dessen Beendigung nicht allein Tage, sondern Wochen und Monate erforderlich werden. Starker Alkohol ersetze hier bald den schwachen, wässrigen; zuletzt wirke absoluter ein. Chromsäure in sehr konzentrirter Lösung (bis zu 20 %) auf kleine Stückchen der Milz einwirkend empfiehlt Billroth für die Erhärtung des typhös affizirten Organs. Das Gerüste und die Anordnungsverhältnisse werden auf diesem Wege endlich an feinen Schnitten allerdings sichtbar; die Zellenumänderungen und andere zarte Texturverhältnisse müssen früher, an dem frischen Organe oder einem nur schwach erhärteten Stück verfolgt werden, denn eine Chromsäure von solcher Stärke ruft gewaltige Schrumpfungen hervor.

Die Milzpräparate erfahren theils den üblichen feuchten Einschluss in Glycerin, theils den trockenen, wobei man jedoch stets nach vorhergehender Einwirkung des absoluten Alkohol kaltflüssige Harze, in Chloroform gelöster Kanadabalsam, oder alkoholische Lösungen anderer Harze (S. 124 und 125) anwenden muss. Transparent injizirte und durch Karmin etwas stärker gefärbte Schnitte geben in letzterer Weise sehr hübsche Untersuchungspräparate. Auch das System der Trabekel tritt bei derartiger Behandlung am schönsten hervor.

Fragen wir nun, welches Ergebniss über den Bau der Milz ist an der Hand dieser Hülfsmittel gewonnen worden, so kann man die Antwort dahin geben, dass unser Organ eine komplizirte Lymphdrüse darstellt, bei welcher der Lymphstrom durch den Blutstrom ersetzt wird, also eine Blutlymphdrüse, wie wir uns kurz ausdrücken möchten.

Die Malpighi'schen Körperchen der Milz (Fig. 275, *a*) zeigen uns den Bau der Lymphdrüsenfollikel, und besitzen an ihrer Oberfläche, soweit sie nicht in Röhren oder das Gewebe der Pulpa übergehen, eine engmaschigere, gleichfalls netzartige Begrenzung. Kerne treten namentlich bei jungen Thieren in einem Theil der Knotenpunkte hervor. Das Haargefässsystem bietet nichts Auffallendes dar, und das Auspinseln gelingt bei passenden Objekten im Allgemeinen leicht. Als sehr geeignet möchten wir die Milz des Schafes empfehlen.

Bei manchen kleinen Geschöpfen (Nagethieren, z. B. dem Kaninchen, Meerschweinchen und Murmelthier) findet sich in einiger Entfernung von der Peripherie noch eine engmaschige konzentrische Lage retikulärer Bindesubstanz, deren Bedeutung indessen weiterer Aufklärung bedarf.

Die Pulpa (Fig. 275, *b*) besteht aus einem System netzartig verbundener, von den Malpighi'schen Körpern entspringender Röhren, welche ein weit feineres und engmaschigeres, sowie beträchtlich schwieriger zu isolirendes Netzgerüste zeigen (Fig. 276, *a*), dessen Nachweis man Billroth verdankt. Durchzogen von Kapillaren grenzen sie bald in mehr netzartiger, bald abweichender Gestalt ein System von Gängen ein, die zur Aufnahme des venösen Blutes dienen, ein Nachweis, welchen ich schon im Jahre 1860 durch die Injektion für die menschliche Milz führte, und der später auch von Billroth bestätigt worden ist. Dieses System venöser Gänge erinnert wesentlich an die kavernösen Kanäle, welche die Marksubstanz grösserer Lymphknoten durchziehen und zur Abfuhr der Lymphe dienen.

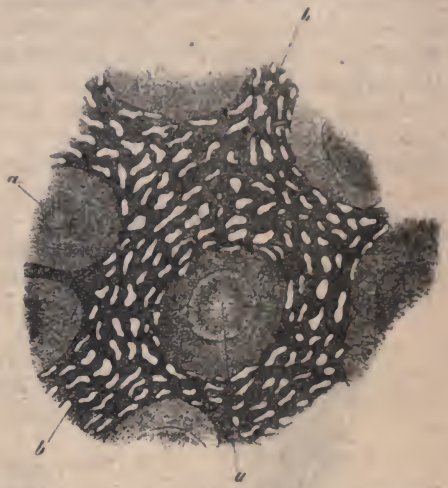


Fig. 275. Durchschnitt einer Kaninchenmilz. *a* Malpighi'sche Körperchen; *b* das Netzgerüste der Pulpa mit den vom venösen Blutstrom erfüllten Lücken.

Eine membranös verdichtete Wandung geht jenen Gängen der Milzpulpa (*c*) aber ab, indem dasselbe feine Netzgewebe, welches im Innern der Pulparöhren vorkommt, auch den venösen Strom einfriedigt. Ausgekleidet ist der Gang noch von einem ungeschichteten Epithel oder Endothel (*f*), welches mit seinen getrennten, nicht verkitteten Zellen beim Menschen eine eigenthümliche Spindelform besitzt, und dessen rundliche Kerne in das Lumen einspringen.

Die Lücken des Netzgerüstes der Milz sind, wie die erste Beobachtung lehrt, von Lymphzellen erfüllt. Indem die Wandung der feinen Venen nicht membranös verdichtet erscheint, ist ein Einwandern jener Zellen in den venösen Strom und bei stärkeren Erweiterungen des Stromes ein Eingedrängtwerden von Blutzellen in die Pulparöhre begreiflich. So sehen wir denn das farbige Blutkörperchen theils unverändert, theils auf verschiedenen Stufen des Zerfalls, gar nicht selten frei im Gewebe jener Gänge.

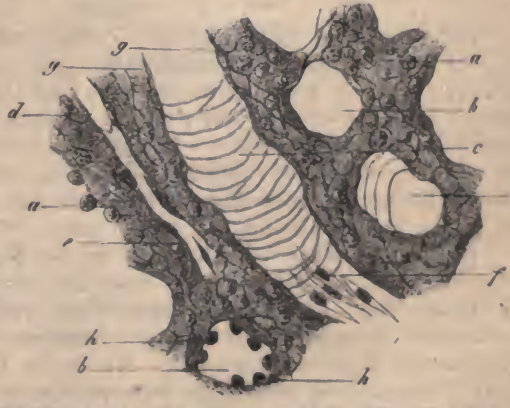


Fig. 276. Aus der Pulpa der menschlichen Milz, Pinselpräparat (Kombination). *a* Pulpastränge mit dem zarten Netzgerüst; *b* Querschnitte der kavernösen Venenkanäle; *c* Längsschnitt eines solchen; *d* Haargefäss in einer Pulparöhre, bei *e* sich auffasernd; *f* Epithel der Venenkanäle; *g* Seitenansicht desselben; *h* sein Querschnitt.

Man hat schon vor längeren Jahren eigenthümliche, blutkörperchenhaltige, an Zellen erinnernde schollenartige Gebilde aus der Milz beschrieben (Kölliker, Ecker, Gerlach u. A.). Die Stellen ihres Vorkommens, sowie die Genese bedürfen erneuter Unter-

suchungen, obgleich eine Aufnahme durch eine amöboide Zelle sicherlich hier vorliegt.

Was den Verlauf der Blutgefässe betrifft, so ist der grössere Theil der arteriellen Stämmchen an Injektionspräparaten leicht zu verfolgen; ebenso die Zerspaltung der venösen Zweige. Wie durch Auflösung der ersteren die Haargefässe der Malpighi'schen Körperchen entstehen, ist ebenfalls unschwer zu erkennen. An und in den letzteren begegnet man gewöhnlich einem einfachen oder doppelt arteriellen Aste; Venen kommen hier nicht vor.

Schwierig ist dagegen die Erkennung der kapillaren Blutbahnen in der Milzpulpa, sowie ihres Zusammenhangs mit den venösen Gängen; und bis zur Stunde herrscht über jene wichtige Strukturfrage noch keine Uebereinstimmung der Meinungen. Manche Forscher nehmen nach dem Vorgange Gray's (dessen schöne Monographie in Deutschland noch immer zu wenig bekannt ist) einen direkten Uebergang mässig starker Kapillaren in die Venenkanäle an; andere wollen sich in neuerer Zeit überzeugt haben, dass ein sehr dichtes Netz höchst feiner kapillarer Röhrchen hier vorkomme (Key, Stieda). Unseren Beobachtungen zufolge (und wir befinden uns hier in Einklang mit dem gründlichsten Monographen des Organs, mit W. Müller) erfolgt dagegen der Uebertritt des arteriellen Milzblutes in die Venenwürzelchen bei Mensch und Säugethier mit wandungslosen Strömchen. Diese durchlaufen das Netzgerüste der Pulparöhren, indem sie die Interstitien der Fasern und Lymphzellen benützen, wir möchten sagen, etwa wie das Wasser eines versiegenden Baches seinen Weg zwischen den Kieselsteinen des Bettes nimmt. Unsere Fig. 276 zeigt ein Haargefäss *d*, welches bei *e* in das Netzwerk der Pulpa sich auffasert, und dem Leser den Beginn jenes intermediären Pulpastromes versinnlichen kann. Aus der Milzpulpa gelangt dann das Blut oder die Injektionsmasse durch die Lücken der Begrenzungsschicht (*e*) in die Venenanfänge. Fig. 277 wird diesen Uebergang (*b. c*) verständlich machen, und zugleich lehren, dass eine netz- und schalenartige Gerinnung der Injektionsmasse über die Lymphzellen der Pulparöhren die angeblichen Kapillaren von Key und Stieda erklärt.

Fig. 277. Aus der Schafsmilz (doppelte Injektion). *a* Netzgerüste der Pulpa; *b* intermediäre Pulpaströme; *c* ihr Uebergang in die Venenanfänge mit unvollkommener Wandbegrenzung; *d* Venenäste.

Zur Erkennung jener wichtigen Verhältnisse empfehlen wir, eine Schafsmilz mit sehr intensiv blauer Leimmasse möglichst vorsichtig, aber auch möglichst vollständig zu injiziren, und die dem erhärteten Organ entnommenen Schnitte der Karmintinktion zu unterwerfen. Zur Kontrole ist dann die Vergleichung der natürlichen Injektion von hohem Werth. — Das in einer Lösung von chromsaurem Kali (1 %) und später in Weingeist erhärtete Organ zeigt uns an feinen mit Glycerin behandelten Schnitten die unversehrten Blutkörperchen an den gleichen Stellen, wo wir den blauen Injektionsstrom angetroffen haben (W. Müller).

Lymphgefässe erkennt man in der Kapsel grosser Säugethiere (Ochs, Schwein, Schaf) sehr leicht. Ihre Injektion leitet aber fast niemals in das Innere des Organs, und bei der Einstichsmethode füllen sich regelmässig die venösen Netzkanäle. Sonach schien man zur Annahme berechtigt, dass dem Milzgewebe Lymphkanäle abgehen (Teichmann, Billroth, ich). Hinterher jedoch gelang es Tomsa, lymphatische Bahnen im Septensystem unseres Organes zu erfüllen.

Das Trabekelgerüste der menschlichen Milz (welches von der Kapsel entspringt und das Organ in zahllose unregelmässige Fächer abtheilt) besteht aus Bindegewebe, elastischen Fasern und spärlichen muskulösen Elementen, und er-

fordert dieselben Untersuchungsmethoden, wie die gleichwerthige Bildung der Lymphknoten (vergl. 235).

Zum Studium der Milznerven dient theils das frische, vorher stark ausgewaschene und dann mit Alkalien und Essigsäure behandelte, theils das in Holzessig oder Chromsäure eingelegte Organ.

Dass sich die Milz vielfach an allgemeineren Krankheitsprozessen betheiligt, ist bekannt. Bieten ja ihre Anschwellungen bei gewissen Infektionskrankheiten, wie Intermittens und den Typhen, bezeichnende Vorkommnisse. Ebenso ist man in neuerer Zeit auf eine durch Vergrösserung der Milz und Lymphknoten bedingte Ueberladung der Blutmasse mit farblosen Zellen aufmerksam geworden. Dieses Zustandes, der Leukämie, haben wir schon beim Blute (S. 139) gedacht. In ihren gröberen Verhältnissen sind diese Umänderungen des Organs, ebenso seine verschiedenen Entartungen und Neubildungen gekannt: nicht aber, oder nur sehr unvollkommen, in ihrer feineren Textur. In einem hochgradigen Falle dieses Leidens traf ich einstmals eine gewaltige Hypertrophie der Pulpa und eine überraschende Entwicklung des in den Pulparöhren gelegenen Kapillarsystems.

An der Hand der verbesserten Methoden hat vor Jahren ein um die Kenntniss der Milz sehr verdienter Beobachter, Billroth, einen Streifzug auf dieses Gebiet unternommen.

Die feineren Milzveränderungen beim Abdominaltyphus kennt man noch sehr dürftig. Es zeigt das mehr oder weniger geschwellte Organ an injizirten Objekten nicht die so auffallende Ausdehnung der Venen und Haargefässe, deren wir oben bei den Lymphknoten und Peyer'schen Follikeln, als unter denselben Verhältnissen vorkommend, erwähnt haben (vergl. S. 238 und 267); doch finden sich sicher geringere Gefässdilatationen.

Von Interesse ist dagegen beim Abdominaltyphus das Vorkommen jener grossen vielkernigen Zellen in den venösen Räumen, derselben, welcher wir früher in den Gängen der Lymphknoten gedacht haben. In den späteren Perioden wird es auch hier zu dem so bezeichnenden molekulären Zerfall jener Zellenmassen kommen, soweit dieselben nicht durch den Blutstrom aus der Milz vorher entfernt worden sind.

Die zahllosen Körnchen, welche man bei Miliartuberkulose in unserem Organe antrifft, liegen in der Regel im Gewebe der Pulpa und nur selten in den Malpighi'schen Körperchen. Ihr Inhalt ist die bekannte feinkörnige Masse mit geschrumpften Kernen und Zellen.

Bei den sogenannten hämorrhagischen Infarkten der Milz, bekanntlich keinen seltenen Vorkommnissen, zeigt uns die mikroskopische Analyse in den überfüllten venösen Gängen das Bild und die Umänderungsphasen geronnener Blutmassen.

Bei der gewöhnlichen Hypertrophie kann das Netzgewebe der Pulpa starke Verdickungen darbieten, so dass es bisweilen demjenigen des Malpighi'schen Körperchens ähnlich erscheint. Die lymphatischen Zellen der letzteren zeigen sich bei hochgradigen Zuständen verschwunden; an ihrer Stelle bemerkt man feinkörnige Masse und gelbliches Pigment.

In Fällen bösartiger Intermittens erzeugen sich jene pigmentirten Schollen und Pigmentzellen, welche, durch die Vena lienalis ausgeführt, bei einer oft ansehnlichen Grösse zu Embolieen zunächst in der Leber und dann in anderen Organen, wie Nieren, Gehirn etc., Veranlassung geben können (man vergl. hierzu S. 139).

Schon bei der Leber gedachten wir der so häufigen Amyloiddegeneration des Milzgewebes. Das fester gewordene Organ gestattet leicht eine Erhärtung in Alkohol, wobei (wie schon gelegentlich bei der Leber bemerkt wurde) die Reaktionsfähigkeit der amyloiden Substanz nicht verloren geht, und feine Schnitte in bequemer

Weise die Einlagerung erkennen lassen. In manchen Fällen bemerken wir die Malpighi'schen Körperchen zunächst ergriffen; in anderen Fällen ist die Wandschicht der venösen Kanäle in der Pulpa amyloid entartet.

Erstere Einbettungsform, unter dem Namen der »Sagomilz« den pathologischen Anatomen bekannt, zeigt die Arterienwandung als Ausgangspunkt.

In der anderen, seltener vorkommenden Varietät der Speckmilz sind dagegen die Querschnitte der venösen Pulpagänge von einer dickeren homogenen Amyloidschicht begrenzt.

Konservirungsversuche derartiger Präparate krankhafter Milzveränderungen, müssen nach den für das normale Gewebe gelieferten Vorschriften versucht werden.

Neunzehnter Abschnitt.

Athemwerkzeuge.

Verhältnissmässig geringere Schwierigkeiten als die Untersuchung der im vorhergehenden Abschnitte geschilderten Organe bietet diejenige der Respirationswerkzeuge dem Mikroskopiker dar.

Kehlkopf, Trachea und Bronchien bestehen aus Geweben, welche von uns schon in früheren Kapiteln geschildert worden sind, so dass sich die daselbst angegebenen Methoden hier wiederholen.

Die Epithelien der genannten Theile, Ueberzüge flimmernder Zellen, mit Ausnahme des geschichteten Plattenepithelium auf den unteren (eigentlichen) Stimmbändern, untersucht man entweder durch Abkratzen im frischen Zustande oder nach Alkoholerhärtung an feinen tingirten Schnitten. Letztere Methode dient denn auch zur Erkennung der Schleimhauttextur und der hier vorkommenden traubigen Drüsen. (Diese ändern sich nicht selten in Folge katarrhalischer Prozesse, ihre Bläschen vergrössern sich und gewinnen einen andern Zelleninhalt). Die Knorpel können frisch oder am erhärteten Organe durchmustert werden. Verkalkungen und Verknöcherungen derselben (bekanntlich im späteren Leben häufige Vorkommnisse) untersuche man frisch oder an durch Chromsäure entkalkten Objekten. Nervenausbreitungen studire man an Essigsäure, Holzessig- oder Goldpräparaten. Lymphgefässe fülle man durch Einstich in das submuköse Gewebe.

Dieselben Behandlungsweisen gelten für Larynx, Trachea und Bronchien; ihre glatte Muskulatur erfordert die zur Darstellung dieses Gewebes dienenden, so oft erwähnten Hülfsmittel.

Anders wird es dagegen mit der Erforschung der Lunge. Das frische Organ zeigt uns allerdings an zerzupften Gewebestückchen leicht die elastischen Fasern und Membranen; besonders nach Anwendung von Essigsäure oder Alkalien. Ebenso erkennt man die epithelialen Bildungen der Lungenalveolen und feinsten Bronchialverzweigungen. Doch hierauf beschränken sich im Allgemeinen die Ergebnisse, und derartige Beobachtungen werden durch die zahlreichen Luftbläschen des Präparates nicht selten sehr erschwert.

Es treten also andere Behandlungsweisen hier ein.

Sie bestehen im Trocknen oder besser in der Benützung erhärtender, und zwar derselben Flüssigkeiten, welche wir schon so oft erwähnt haben. Injektionen der

Blutbahnen sollten wo möglich immer vorausgehen, und Anfüllungen der respiratorischen Kanäle können für manche Beobachtungen kaum entbehrt werden.

Stückchen unseres Organs oder die ganze Lunge, vorsichtig getrocknet, nehmen eine Konsistenz an, dass man bequem nach allen Richtungen Schnitte anfertigen kann. Dieselben aufgeweicht lassen Vieles genügend erkennen, und Anwendung von Färbungsmethoden, von Essigsäure und Alkalien bilden vortheilhafte weitere Hülfsmittel. Zweckmässiger ist es, die zum Trocknen bestimmte Lunge von dem Bronchus oder der Luftröhre mässig aufgeblasen und abgebunden frei hängend an der Sonne oder in der Nähe des Ofens erhärten zu lassen. Auch die vorherige Injektion der Luftwege (welche man vorher ihres Luftgehaltes durch Auspumpen berauben kann) durch ungefärbten (oder auch kolorirten) Leim ist eine sehr gute Methode. Erfüllungen der Blutgefässe mit transparenten Farben und einem erstarrenden Menstruum, also wiederum Gelatine, erlauben dieselbe Behandlung und geben, namentlich wenn man die Masse nicht allzu wässrig gewählt hat, an aufgeweichten Schnitten hübsche Ansichten. Bei kleineren Geschöpfen injizirt man von der Arteria und Vena pulmonalis, bei grossen gewöhnlich nur von einzelnen Aesten der beiderlei Gefässe. Die Einspritzung muss im Allgemeinen als eine leichtere bezeichnet werden, selbst bei kleinen Säugethieren, wenn man nur die Spritze recht vorsichtig führt.

Handelt es sich um feinere Texturverhältnisse, so sind Alkohol, Chromsäure und chromsaures Kali anzuwenden, welchen man Stücke der nicht aufgeblasenen Lunge oder das ganze Organ unterwirft, wobei man passend die Bronchien ebenfalls mit der Erhärtungsflüssigkeit injiziren kann. Die Benützung dieser Flüssigkeiten bildet dann auch zur Erkennung pathologischer Strukturveränderungen das Hauptmittel. Zweckmässiger ist aber auch hier vorbereitendes Aufblasen des ganzen Organes oder die Injektion seines Gangwerks mit ungefärbter Gelatine, etwa nach vorheriger Füllung der Blutbahn durch kaltflüssige transparente Gemische. An der Trachea festgebunden und in einem grösseren mit Alkohol erfüllten Gefässe frei schwebend aufgehängt, gewährt eine derartige Lunge nach einigen Tagen treffliche Anschauungen der ganzen Struktur — und, wenn sie ganz frisch jenen Vorbereitungen unterworfen worden ist, selbst des Alveolenepithelium, jenes vor Jahren so heftig bekämpften und doch so leicht zu erkennenden Zellenüberzuges.

Fig. 278. Ein Stückchen Lunge eines Affen (Cercopithecus) mit Quecksilber gefüllt (F. E. Schulze). *a* Ende eines Bronchialastes; *c* feinere Gänge; *b* Infundibula.

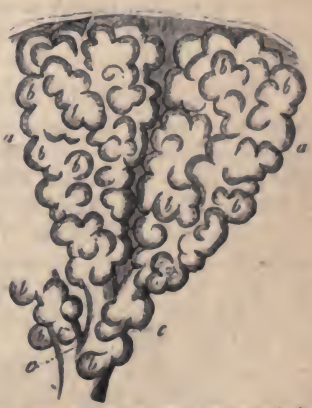


Fig. 279. Zwei sogenannte Infundibula der Lungen (*a*) mit den Endästen der einleitenden Gänge (*c*) und den Lungenbläschen (*a*).

Es gehen die letzten Endausläufer des bronchialen Kanalwerks (Fig. 278, *a*) über in ein System spitzwinklig verzweigter Gänge (*c*), welche dünne ausgebuchtete Wandungen darbieten. Ihnen sitzen sowohl seitlich als endständig Gruppen der Alveolen oder Lungenbläschen, die sogenannten Infundibula (Fig. 278, *b*, Fig. 279, *a*), auf, während andere der Alveolen (Fig. 279, *b*) die erwähnten Ausbuchtungen an der Wand jener Gänge herstellen (F. E. Schulze). Das Infundibulum entspricht einem primären Läppchen traubiger Drüsen, und lässt sich durch Schnitte einfach getrockneter Lungen, ebenso nach Erfüllung der Luftwege mit transparenten Stoffen nachweisen. — Man kann ebenfalls mit Quecksilber erfüllen; auch noch ein anderes, das sogenannte Korrosionsverfahren, kann zu jenem

Nachweis führen. Man injizirt jene Gänge mit gefärbter Harzmasse, und zerstört dann durch länger fortgesetzte Einwirkung konzentrirter Salzsäure das Lungengewebe. Leicht ist das Verhältniss jener Lungenläppchen zum Bronchialzweigchen übrigens nicht zu erkennen.

Zur näheren Untersuchung der Lungenbläschen und ihres feineren Baues dienen dann feine Schnitte des feucht erhärteten Gewebes.

Man wählt hierzu eine ganz frische, sorgfältig aufgeblasene und injizirte Lunge, bringt dieselbe zum Erhärten in Weingeist und die gewonnenen Schnitte vorsichtig in das bekannte, aus gleichen Theilen ammoniakalischer Karminlösung und Glycerin bestehende Gemisch (S. 89). Schliesslich wäscht man in mit etwas Essigsäure versetztem Wasser aus. Um sicher zu gehen, kann man die Schnitte der Oberfläche des Organs entnehmen. Man gewinnt so eine grosse Anzahl von Flächen- und Durchschnittsansichten der Alveolen — und ist vor einer Verwechslung mit Querschnitten feinster Bronchialverzweigungen geschützt.

Fig. 280. Durchschnitt durch die Lunge eines 9monatlichen Kindes. Elastisches Fasernetz *a* zwischen den Alveolen *b*; *d* rankenartig gekrümmte Haargefässe; *c* Reste des einfachen Plattenepithelium der Alveolen.

Die Wandungen der Lungenbläschen (Fig. 280, *b*) sind ziemlich fein, aus elastischen Fasern (*a*) bestehend. Zwischen letzteren kommt eine homogene Verbindungssubstanz vor, welche auch als Grenzschicht gegen den Hohlraum hin zu erkennen ist. Muskulöse Elemente scheinen jener Wandung abzugehen. Doch ist für ihre Existenz kürzlich wieder Rindfleisch in die Schranke getreten.

Ein wunderbar reiches Haargefässnetz mit kleinen, allerdings nach dem Ausdehnungsgrade der Alveolen wechselnden Maschen tritt uns entgegen (Fig. 281, *c*, 280, *d*). In den letzteren liegen kleine, sehr blasse, rundliche und polygonale, gekernte Zellen, und zwar nach der Maschengrösse bald nur eine Zelle, bald ihrer zwei und drei (Fig. 281, *c*). An Durchschnitten der Lungenbläschen sieht man die Epithelialzellen in die Höhlung jener leicht konvex einspringen. Sehr verdünnte Essigsäure kann zur Demonstration der Kerne noch benützt werden; vor stärkerer hüte man sich, da eine freie Nuklearformation zurückbleibt (welche man für Kerne des Alveolengewebes irrthümlich genommen hat). Auch von der Silberimprägnation hat man in neuester Zeit vielfachen Gebrauch gemacht, und mit ihrer Hülfe erkennt man ein zusammenhängendes Epithel (Fig. 282). Dieses (F. E. Schulze) ist beim Fötus gleichartig, aus zwar flachen, aber körnigen (also

Protoplasmaführenden) Zellenkörpern gebildet. Hat aber einmal Athmung stattgefunden, so bewahrt nur ein Theil unserer Zellen das frühere Ansehen. Andere werden grösser, glasartig, und ihre Kerne erblassen. Derartige Platten nehmen an Zahl zu und man begegnet ihnen überall, wo einspringende Theile des Lungengewebes, z. B. Haargefässe, zu überkleiden sind (Elenz, Schulze).

Ohne Zweifel können hinterher bei krankhaften Reizungszuständen jene homogenen Platten des Epithel wieder die protoplasmatische Beschaffenheit früherer Zeiten zurückgewinnen und weitere Umwandlungen durchmachen (Ranvier).

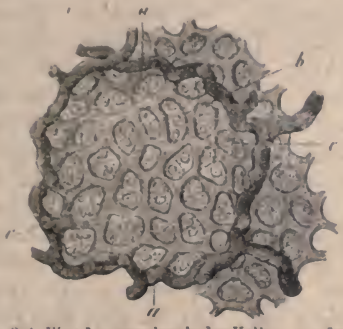


Fig. 281. Eine Lungenalveole des Kalbes. *a* grössere Blutgefässe; *b* Kapillarnetz; *c* Epithelialzellen.

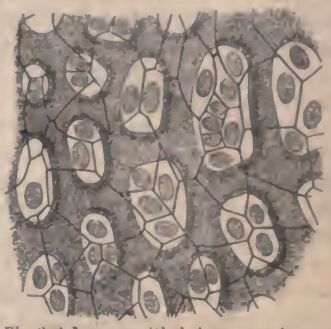


Fig. 282. Lungenepithel einer erwachsenen Katze nach Elenz.

Doch wir müssen zum Injektionspräparat (Fig. 280, 281) nochmals zurückkehren. Betrachtet man von der Fläche einen Theil des Kapillarnetzes, so erkennt man die Röhren in welligen Beugungen und rankenförmigen Krümmungen verlaufend. Gewinnt man eine Seitenansicht, so treten jene rankenförmigen Krümmungen mehr oder weniger (nach dem Ausdehnungsgrade der Alveole) über die Wandbegrenzung vor, so dass sie oft mit förmlichen Schleifen in das Lungenbläschen einspringen, Vorsprünge, welche unter pathologischen Verhältnissen in noch weit höherem Grade getroffen werden können (Buhl).

Die zahlreichen Lymphgefässe der Lunge werden durch das Einstichsverfahren injizirt. Unter der Pleura befindet sich ein einschichtiges weitmaschiges Netzwerk; dieses verbindet sich durch zwischen den Läppchen in das Lungeninnere eindringende Gänge mit den tieferen, die Bronchialwandungen begleitenden Bahnen. In der Wandung der Lungenbläschen erscheinen beim Pferde die Anfänge der Lymphwege in Form lakunärer Erweiterungen (Wywodzoff).

Die Lungennerven lassen sich in ähnlichem Verlaufe wie die Bronchien und Gefässe (namentlich die Lungenarterien) weit in das Innere verfolgen. Mikroskopische Ganglien treten an ihren Verzweigungen auf. Zur ersten Untersuchung dient die Behandlung mit Chromsäure oder verdünntem Holzessig; für genauere Studien wäre Osmiumsäure zu empfehlen.

Fötale Lungen, namentlich diejenigen von Embryonen aus der ersten Hälfte des Fruchtlebens, lassen uns den drüsenähnlichen Bau des ganzen Organs in schönster Weise erkennen. Man erhärtet in reichlicher Quantität wasserfreien Alkohol, und untersucht feine, sorgfältig tingirte Schnitte, wo die zylindrische Epithelialbekleidung der Drüsengänge und die bindegewebige Gerüstsubstanz (Darmfaserblatt von Remak) leicht sichtbar sind.

Zahlreiche Strukturveränderungen der Athmungsorgane, namentlich der Lungen, kommen dem Arzte zur Beobachtung. Auch hier sind die Untersuchungsmethoden entweder die gleichen oder ganz ähnliche, wie beim normalen Organ. Einige jener Zustände, die grösseres mikroskopisches Interesse darbieten, mögen in Kürze hier erwähnt sein.

Pigmentirungen, d. h Ansammlungen feiner schwarzer Körnchen, welche dem Organ ein geflecktes Ansehen verleihen, begegnet man von gewissen Altersstufen an in jeder menschlichen Lunge, so dass sie als normale Vorkommnisse geradezu bezeichnet werden müssen. Sie liegen einmal in dem interalveolären elastischen Gewebe, dann in der bindegewebigen Zwischensubstanz der Lungenläppchen. Auch die Zellen des Alveolenepithel können jene Pigmentirung erfahren und so durch Husten entleert im Auswurfe vorkommen (S. 294), wie man sie in andern Fällen fettig entartet findet.

Woher stammen nun jene schwarzen Moleküle? Sie sind — wir dürfen es heutigen Tages getrost aussprechen — doppelten Ursprungs. Einmal bestehen sie aus dem gewöhnlichen dunklen Pigmente des Organismus, aus Melanin. Kleine apoplektische Ergüsse der so leicht mit Blut überfüllten Lungenkapillaren, ebenso Transsudationen von gelöstem Blutroth in das Gewebe, werden hier wie bei den Bronchialdrüsen (S. 238) die Veranlassung geben. Dann aber athmet der im Kulturleben von Rauch und Russ umgebene Mensch feinste Partikelchen der Kohle ein. Sie gelangen in den Zellenkörper des Alveolenepithel, dann in das Lungengewebe und von hier aus (wohl mit Hülfe wanderungslustiger Lymphoidzellen) in die Bronchialdrüsen. Man kann diesen Zustand, die Anthrakose, Säugethieren künstlich machen, wenn man sie in russige Behälter einsperrt (Knauff). Kohlenarbeiter zeigen den höchsten Grad des Uebels. Sehr interessant ist eine andere Beobachtung Zenker's. Fabrikarbeiter, welche viel mit Eisenoxyd zu thun haben, bieten ganz den gleichen Zustand der Lungen dar; nur ist alles roth statt schwarz.

Eine senile Veränderung des Lungengewebes und der Alveolen besteht in dem mit Veröden der Kapillaren eintretenden Schwund einzelner Wandungen und einem Zusammenfliessen von Lungenbläschen zu grösseren Höhlungen. Zur Untersuchung trockne man die aufgeblasene, nach Umständen vorher in Blut- und Luftwegen injizirte Lunge.

Pathologische Neubildungen in der Lunge bereiten dem Mikroskopiker gegenwärtig noch mancherlei Schwierigkeiten, sobald es sich um den Nachweis der normalen zelligen Elemente des Organes handelt, von welchen jene ihren Ausgangspunkt nehmen.

Die Eiterkörperchen werden auch hier wenigstens zu einem Theile die aus der Blutbahn emigrirten Lymphoidzellen darstellen. Gerade in den Lungenalveolen, wo nur eine dünne Epitheliallage die so zahlreichen Gefässe überzieht, erscheint ein derartiges Austreten jener Zellen sehr erleichtert. Sie können auch hier im Innern zylindrisch oder unregelmässig geformter Epithelialzellen auftreten, gewiss nur eingedrungen von aussen und nicht in letzteren erzeugt.

Die gewöhnliche rascher verlaufende Entzündung des Lungengewebes, die sogenannte croupöse Pneumonie, zeigt uns anfänglich starke Ueberfüllung des respiratorischen Kapillarnetzes, dann Erfüllung der Alveolen und Infundibula mit geronnenem Faserstoff sowie mit ausgetretenen rothen und farblosen Blutzellen. Später infiltrirt sich auch das eigentliche Lungengewebe mit Zellen. Zuletzt trifft man die erweichte Masse unter dem Bilde des Eiters. Die Rolle, welche das Alveolenepithel bei dieser Krankheit spielt, bleibt auch jetzt noch nach den Angaben Ranvier's genauer zu erforschen.

Die ersten mikroskopischen Anschauungen der erwähnten Inhaltsmassen der Luftwege bei einer Pneumonie kann man sich durch Abschaben der Schnittflächen verschaffen. Zur näheren Untersuchung dient die vorsichtige Härtung des Gewebes in einer Chromsäure von steigender Konzentration, in Müller'scher Flüssigkeit oder absolutem Alkohol. Gefässinjektionen entzündeter Lungen gelingen bei der Ausfüllung der Alveolen und den zahlreichen zerrissenen Haargefässen nicht leicht.

Tuberkulose der Lungen kommt bekanntlich ausserordentlich häufig, theils in Form sogenannter tuberkulöser Infiltration, theils in Gestalt zerstreuter Knoten und zahlloser kleiner Knötchen vor. Gar manches ist über diesen Gegenstand gearbeitet und geschrieben worden; unsere Kenntnisse aber lassen noch viel zu wünschen übrig. Steht es auch fest, dass sie sogenannte Tuberkelsubstanz aus geschrumpften Kernen und Zellen, aus Trümmern jener Gebilde und einer feinkörnigen, fettreichen und wasserarmen Masse gebildet wird, und dass die dazwischen liegenden benachbarten feinen Gefässe veröden, so ist der Ausgangspunkt noch ein unsicherer. Das Alveolenepithel dürfte sich allerdings vielfach hier betheiligen, und die Lage der Tuberkelmasse im Innern der Alveolen somit begreiflich sein. Auf der andern Seite ist aber auch das Lungengewebe selbst zu jenen Massen Veranlassung gebend. Bei der Abwesenheit von Bindegewebekörperchen in der Alveolenwand und der Spärlichkeit dieses Gewebes zwischen den primären Lungenläppchen muss sich die Aufmerksamkeit einmal auf eine Emigration der Lymphoidzellen und zweitens auf die Zellen der Haargefässe und die Adventitia feiner Blutgefässe richten; und in der That haben neuere Untersuchungen einen solchen Ausgangspunkt der Miliartuberkel geliefert.

Die von mehreren Beobachtern erwähnten, hierbei stattfindenden Wucherungen der Gefässkerne sind übrigens um so wahrscheinlicher, als an der Adventitia ähnlicher Gefässe des Gehirns ein ganz gleicher, zum Miliartuberkel führender Prozess vorkommt. Ob die Kerne der eigentlichen primären Kapillarmembran einer solchen Umwandlung ebenfalls fähig sind, scheint noch weiterer Untersuchungen zu bedürfen. Wie wichtig aber für alle derartigen Beobachtungen die vorhergehende Injektion der Blutbahn mit transparenten Massen ist, bedarf keiner Erwähnung. Zur Erhärtung verwende man Chromsäure, anfangs in schwachen (0,1—0,2%), dann in stärkeren Lösungen (0,5—1%), Müller'sche Flüssigkeit oder wasserfreien Alkohol; natürlich sind kleinere Stücke hier einzulegen.

Auf die weiteren Geschicke jener Tuberkelmassen weiter einzugehn, müssen wir den Lehrbüchern der pathologischen Anatomie überlassen. Der gewöhnliche Vorgang ist bekanntlich die Erweichung der von uns geschilderten Substanz; sie führt unter Zerstörung des Lungengewebes zur Höhlenbildung. Untersucht man den Inhalt einer derartigen Kaverne, so findet man erweichte Tuberkelmasse, Eiterzellen, Blutkörperchen, Blutgerinnsel und elastische Fasern. Die letzteren können dann ausgehustet im Sputum erscheinen und die Diagnose sichern, worauf wir zurückkommen werden. Als Höhlenwandung erkennt man komprimirtes Lungengewebe.

Die Untersuchung der Pleura kann am frischen Gewebe durch Abkratzen des Epithelium und Zerreissung der serösen bindegewebigen Membran unter Zuhülfenahme der bekannten Reagentien geschehen; ebenso an feinen Schnitten erhärteter Präparate, Behandlungsweisen, welche auch für die übrigen serösen Säcke des Körpers, z. B. des Perikardium und Peritoneum, ihre Gültigkeit haben, wie denn auch die Untersuchungsmethoden krankhafter Vorkommnisse die gleichen bleiben.

Ergüsse wässriger und eiteriger Natur werden wie andere zellenführende Flüssigkeiten behandelt; festere Exsudatmassen, welche geronnenen Faserstoff mit eingeschlossenen rundlichen Zellen zeigen, theils frisch abgezogen, theils auf Schnitten erhärteter Präparate untersucht. Neubildungen von Bindegewebe in Form lockerer oder festerer, die beiden Pleuraplatten verbindender Stränge bedürfen keiner weiteren Besprechung, da ihre Erforschung mit derjenigen des Bindegewebes zusammenfällt.

Mit dem Namen des Auswurfs (Sputum) versehen wir die durch Räuspern oder Husten entleerten Massen. Dieselben stammen jedoch nicht ausschliesslich von dem Athemorgane ab, indem in der Mundhöhle befindliche, ebenso von den Choanen her eingetretene Bestandtheile dem vom Respirationsapparate gelieferten

Produkte sich hinzugesellen können. Wir müssen uns deshalb bei der Untersuchung der Sputa stets darauf gefasst machen, nicht allein den Formbestandtheilen der Athemwerkzeuge, sondern auch den Epithelien der beiden genannten Höhlensysteme, in der Mundhöhle zurückgebliebenen Speiseresten, z. B. Amylonkörnern, der Leptothrix buccalis etc., zu begegnen.

Die mikroskopische Behandlung ist im Uebrigen eine sehr leichte. Je nach der Konsistenz wird man mit einem Glasstabe oder bei grösserer Zähigkeit mittels Pinzette und Scheere alsbald das Untersuchungsobjekt gewinnen, welches dann, in seiner natürlichen Flüssigkeit schwimmend, einer mittleren oder starken Vergrösserung zu unterwerfen ist. Nach Umständen greift man zu Reagentien, deren Wirkung allerdings durch den Schleim der Flüssigkeit erschwert werden kann.

Verhältnissmässig schwer wird es dagegen, solche Objekte in Gestalt von Sammlungspräparaten aufzubewahren. Einschlüsse in Kampherwasser, in sehr verdünnten Lösungen der Chromsäure, in der Pacini'schen oder einer ähnlichen Flüssigkeit (S. 127) sind hier zu versuchen.

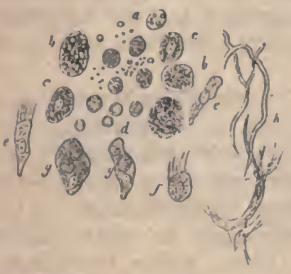


Fig. 283. Formbestandtheile des Auswurfs. *a* Schleim- und Eiterkörperchen; *b* sogenannte Körnchenzellen; *c* mit schwarzem Pigment (Alveolenepithelium); *d* Blutzellen; *e* Flimmerzelle nach Verlust der Wimperhaare und eine derartige Zelle mit Zilien; *f* kuglige Wimperzelle bei Katarrh der Luftwege; *g* Flimmerzellen, welche Eiterkörperchen in ihrem Innern besitzen; *h* Lungenfasern.

Die Bestandtheile der Sputa (Fig. 283) sind neben eingeschlossenen Luftblasen Epithelien, zellige Drüsenelemente, Schleim- und Eiterkörperchen, Blutzellen, pigmentirte Zellen, solche im Zustande fettiger Degeneration und Fragmente des Lungengewebes. Krystalle kommen selten vor, und sind von untergeordneter Bedeutung. Die organisirten Bestandtheile treten uns entweder unverändert, oder durch endosmotische Einwirkungen und die Mazeration mehr oder weniger geändert entgegen.

Pflasterepithelium stammt von der Mundhöhlenschleimhaut ab, kann aber auch mit einzelnen Zellen aus dem Larynx kommen, wo es die unteren Stimmbänder bekleidet. Kleinere pflasterförmige Zellen oder rundliche rühren zum Theil von den Schleimhautdrüsen, zum Theil auch zweifelsohne von den Alveolen der Lunge her, obgleich man die letzteren kaum in sicherer Weise in einem Auswurf zu erkennen im Stande ist. Die Menge jener plattenförmigen Schleimhautepithelien ist natürlich eine sehr wechselnde. Die zähen Massen, welche manche Personen Morgens aufzurăuspern pflegen, sind in der Regel reich an ihnen; ebenso nimmt bei Reizungszuständen der Verdauungsorgane ihre Menge in einem Sputum zu. Flimmerzellen, welche indessen gerade nicht häufige Auswurfsbestandtheile bilden, rühren theils von den hinteren Partieen des Geruchsorganes, theils und vorwiegend von dem respiratorischen Kanalwerk her. Man kann ihnen in ganz unveränderter Gestalt begegnen (*e*) oder, was häufiger der Fall ist, nachdem ihre Härchen abgefallen sind (*e. g*). Im Anfang katarrhalischer Erkrankungen der Luftwege sieht man hier und da auch einmal eine noch wimpernde Zelle aufgehustet werden, theils in der normalen Gestalt (*e*, unten), theils zur kugligen umgewandelt (*f*). Die Kerne erscheinen entweder einfach, oder wir bemerken ein paar granulirte Inhaltsgebilde (*g*). wohl Schleim- und Eiterkörperchen, im Zylinder. so dass sich ähnliche Einwanderungsverhältnisse jener Zellen auch hier wiederholen dürften, wie wir ihrer früher gedacht haben. Dann erhält man, und zwar in jedem Auswurfe, die granulirten, mit dem Namen Schleimkörperchen bezeichneten Formbestandtheile (*a*). Ihre Menge wechselt ganz ausserordentlich und mit ihr die Beschaffenheit des Sputum. Wird dieses gelb und dicklich, so ist die Zahl jener Gebilde eine enorme, und dann redet man von Eiterkörperchen. Dass dieses verbreitetste Element des Auswurfs in manchen Umänderungen, die theils auf endosmotische Einflüsse, auf Mazeration, sowie auf

verschiedene Lebensstufen der Zellen zu beziehen sind, uns entgegentreten wird, leuchtet ein. Dunklerkörnige, mit Fettmolekülen überladene Zellen nimmt man für Altersformen, und sicher mit Recht. Grössere Gebilde mit ähnlichen fettartigen Inhaltsmassen rühren theils von Eiterkörperchen, theils aber auch von Umwandlungen des Alveolenepithel her. Man hat ihnen in früherer Zeit den Namen der Körnchenzellen oder Entzündungskugeln gegeben (*b*). Manche mit Fett überladene Drüsenzellen (Hauttalg und Kolostrum) stellen ihre physiologischen Vorbilder dar.

Aehnliche sphärische Zellen können Moleküle eines braunen, noch ziemlich leicht löslichen Pigments enthalten; doch kommen sie selten vor. Häufigere Bestandtheile bilden die gleichen Zellen mit schwarzen Farbekörnchen (*c*). Man beobachtet sie bei tieferen Leiden des Lungengewebes, aber auch bei einfachen katarrhalischen Reizungen. Sie sind degenerirtes Alveolenepithel (S. 292).

Auf einer der vorhergehenden Seiten gedachten wir der ganz oberflächlichen Lagerung der Lungenkapillaren. Dass rothe Blutkörperchen leicht durch die unverletzte Wandung austreten, dass es aber auch vielfach zu Rupturen der letzteren in Folge gesteigerter Blutfülle kommen werde, begreifen wir leicht, und somit das häufige Vorkommen von Blutkörperchen im Auswurf (*d*). Nach der Menge derselben erscheint der letztere dem unbewaffneten Auge als Blut, oder blutig gefleckt und gestreift, oder durch innigere Mischung mehr gelb, röthlich und rostfarbig. Ganz geringe Quantitäten von Blutzellen können erst mit Hülfe des Mikroskops aufgefunden werden. Das Blut ist entweder noch flüssig oder geronnen, und dann beherbergt das faserige Fibringerinnsel neben andern Gebilden jene Zellen. Diese erscheinen bald ganz unverändert mit der bekannten Depression des Zentrum (S. 137), bald geschrumpft und in höckeriger Gestalt, oder endlich zu Kugeln aufgequollen, und dann nicht selten auf verschiedenen Stufen der Entfärbung. Man sieht theils vereinzelte Zellen, theils ungeordnete klumpige Anhäufungen, theils die bekannten geldrollenförmigen Gruppirungen (wozu Fig. 96 der S. 140 zu vergleichen ist). Die häufigste Anordnungsweise der Blutkörperchen im Sputum aber ist eine solche, dass die Zellen mit ihren Rändern sich berühren. Der zähe Schleim endlich kann — und wir begegnen diesen Umwandlungen der Gestalt sehr oft — die weichen Blutzellen mannichfach verzerren.

Von grosser Wichtigkeit endlich für die diagnostischen Zwecke des praktischen Arztes ist die Gegenwart von elastischen Fasern und elastischen Hautfetzen in einem Sputum. Sind dieselben nicht Nahrungsfragmente, was vorkommen kann, so deuten sie auf Zerstörung des Lungengewebes in Folge erweichter Tuberkel oder Gangrän. Doch kommen sie bei dem ersteren, so verbreiteten Leiden durchaus nicht häufig vor, so dass ihr Fehlen im Auswurf keineswegs eine negative Bedeutung besitzt. Man begegnet theils einzelnen Fasern, theils einigen neben einander liegenden oder auch noch netzartig zusammenhängenden (Fig. 283 *h*). Die Schwerlöslichkeit dieser Gebilde, ihr ganzes optisches Verhalten stellen den einigermaassen Geübten vor Verwechslungen sicher. Der Anfänger kann zufällig beigemengte Leinwandfasern und dergleichen für sie nehmen, und wird überhaupt gut thun, den erfahrenen Beobachter zu konsultiren. — Zum Auffinden der Lungenfasern hat uns schon vor längerer Zeit ein hochverdienter Forscher, Remak, einige gute Vorschriften gegeben. Man lasse die Sputa vereinzelt den Kranken auf eine Platte aushusten oder, wo man die gesammte Auswurfsmasse zur Untersuchung erhält, bringe man diese in einen mit Wasser gefüllten Glaszylinder und schüttle tüchtig. Die so zerfahrnen Massen werden nach einiger Zeit einen Bodensatz bilden, und in diesem suche man nach den in Frage kommenden Fasern.

In zersetzten Auswurfsmassen kann man Krystallen der phosphorsauren Ammoniakmagnesia, ebenso nadelförmigen Konkretionen fettiger Substanzen begegnen. Selten sind Cholestearintafeln.

Wir können den Respirationsapparat aber nicht verlassen, ehe wir zweier in

seiner Nachbarschaft gelegener Organe, der Schild- und Thymusdrüse Erwähnung gethan haben.

Die Schilddrüse, ein in seinen physiologischen Beziehungen völlig räthselhaftes Organ, gehört einer natürlichen Verwandtschaftsreihe drüsenähnlicher, eines Ausführungsganges entbehrender Gebilde an, zu welchen wir noch die Nebennieren und Hypophysis cerebri im menschlichen Körper zählen. Sie theilt mit diesen Organen allerdings nicht die nahe Verwandtschaft zum Nervensystem, kommt aber darin namentlich mit der Nebenniere überein, dass auch sie einem frühzeitigen Altern unterworfen ist, und gleich der letzteren im erwachsenen Körper im Rückbildungszustand getroffen wird. Während aber die Nebenniere der fettigen Infiltration unterliegt, bietet die Schilddrüse eine andere, nämlich die kolloide Metamorphose dar, deren Anfänge freilich schon an dem Ende des Fruchtlebens beginnen können.

Das Gerüste der Schilddrüse (Fig. 284 *a*) besteht aus einem gewöhnlichen fibrillären, mit elastischen Fasern untermischten Bindegewebe, welches von reich-

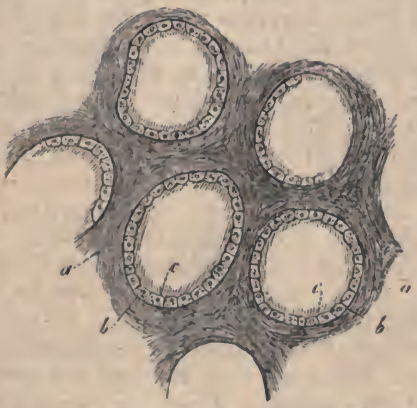


Fig. 284. Stück der kindlichen Schilddrüse. *a* Das bindegewebige Gerüste; *b* die rundlichen, von Epithelium (*c*) ausgekleideten Zellen der Innenfläche.

Fig. 285. Kolloidumwandlung. *a* Drüsenblase des Kaninchens. *b* beginnende Kolloidmetamorphose des Kalbs.

lichen Gefässen und einer nicht unbedeutenden Anzahl lymphatischer Kanäle durchzogen wird. Dasselbe begrenzt Gruppen rundlicher Höhlungen (*b*), an denen eine besondere Membrana propria fehlt (S. 243). Aus jenen Gruppen erbauen sich die Läppchen und von letzteren die grösseren Lappen.

Eine fötale oder überhaupt noch nicht veränderte Schilddrüse zeigt uns den Hohlraum ausgekleidet von einer Lage mehr niedriger und gegen einander abgeplatteter, kernführender Zylinderzellen (*c*) und im Innern desselben eine homogene, zähe Flüssigkeit. Umsponnen wird die Höhle von einem dichten, von der Arterie leicht zu injizirenden Kapillarnetze. In dem Bindegewebe einer Höhlengruppe laufen, aus den zahlreichen oberflächlichen klappenführenden Lymphgefässen stammend, feinere Kanäle, bald geschlossene, unregelmässig kreisförmige, bald nur bogenartige Züge bildend. Nach einwärts zwischen einzelne Höhlungen treten nicht selten noch feinere lymphatische Gänge. Auch ihre Füllung beim Neugebornen und Kinde, beim Hund und Kaninchen gelingt durch die übliche Einstichsmethode leicht.

Zur Vorbereitung dient die Erhärtung in Chromsäure oder Alkohol. Dünne Schnitte lassen nach Tinktion Vieles schöner als im ungefärbten Zustande hervortreten. Durch Auspinseln ist das Gerüste leicht zu isoliren. Zur Erkennung der Nerven empfiehlt sich die in Holzessig mazerirte Schilddrüse des Rindes (Peremeschko). Die Osmiumsäure hat uns hier kein nennenswerthes Ergebniss geliefert.

An die Stelle der zähflüssigen Masse tritt (und zwar bemerkt man es oft schon an den Leichen neugeborner Kinder) unter Erweiterung der drüsigen Hohlräume eine andere homogene festere Inhaltssubstanz, das Kolloid, ein modifizirter eiweissartiger Stoff (Fig. 285). Er entsteht durch Umwandlung des Zelleninhaltes jener Epithelien, wobei die Zellen zu Grunde gehen. Schon früher gedachten wir jener kolloiden Degeneration, welche gerade kein häufiges Vorkommniss bildet, in der ähnlich gebauten Hypophysis cerebri erscheint, und auch die Zellen karzinomatöser Neoplasmen ergreifend, den Kolloidkrebs veranlassen kann (S. 171). Bei geringeren Graden ist die Ausdehnung jener Höhlen und die damit zusammenfallende Kompression des interstitiellen Bindegewebes eine mässige, so dass, wenn auch verengt und hier und da verödet, die lymphatischen Gänge durch die Injektion sichtbar gemacht werden können. Das Kapillarnetz behält die alte Wegsamkeit, und die epithelialen Zellen zeigen sich noch erhalten.

Höhere Grade jener Kolloidumwandlungen ergeben unter einer Volumzunahme das ganze Organ von durchsichtigen, bald kleineren, bald grösseren Kolloidklumpen durchsetzt. Das Epithel der ausgedehnten Höhlen ist verschwunden und die Kompression des Bindegewebes eine solche geworden, dass zwar noch das Blut passirt, aber eine Unwegsamkeit für Lymphe eingetreten ist. Alle Injektionsversuche bleiben erfolglos, und bei der Beschaffenheit der kolloiden Materie ist an eine Resorption durch die Haargefässwandungen nicht mehr zu denken. So entsteht der Kropf, jenes in seinen ätiologischen Momenten noch so dunkle Uebel.

Bei weiteren Ansammlungen der Kolloidmassen gehen die bindegewebigen Interstitien verloren, und unter Zusammenfliessen der Aushöhlungen stossen jene zusammen. Es erfüllen sich so immer grössere und grössere Räume mit derartiger Masse, und das dazwischen befindliche bindegewebige Stroma erscheint wie mazerirt. Ja ein ganzer Lappen vermag schliesslich eine einzige Kolloidansammlung darzustellen.

Schnitte des injizirten Organes können, durch absoluten Alkohol entwässert, in Kanadabalsam aufbewahrt werden; für die übrigen Präparate wähle man den feuchten Einschluss in verdünntem Glycerin.

Nicht minder dunkel in ihrer Funktion und in ihrem Bau zur Zeit ebenfalls nicht ganz verständlich erscheint die Thymus. Auch sie fällt, wenngleich später, einer Umwandlung und zwar einer Metamorphose in Fettgewebe anheim.

Die Elemente, welche die Lappen unseres Organes herstellen, sind von den Schriftstellern als Körner oder Acini beschrieben worden. Sie erinnern in ihrer Textur an einen lymphatischen Follikel, und zeigen das gleiche von Kapillaren durchsetzte bindegewebige Netzgerüste mit Kernen an den Knotenpunkten und die gleiche Erfüllung sämmtlicher Zwischenräume durch eine Unzahl lymphatischer Zellen. Indessen eine genauere Durchmusterung giebt denn doch manches Abweichende. An feinen Querschnitten erhärteter Organe enthält der Thymusfollikel in seinem Zentrum eine mit trüber Flüssigkeit erfüllte Höhle, welche durch Seitenansichten ihre weitere Erklärung findet. An solchen erscheinen aus dem Follikel kommende blindsackige Gänge, und diese Kanäle eines Läppchens fliessen nach abwärts zu gemeinschaftlichen zusammen. Meiner Ansicht nach liegt hierin das Rudiment des freilich weiter ausgestülpten fötalen Thymusschlauchs vor und nicht ein lymphatisches Gangwerk, wofür His in einer schönen Arbeit dasselbe erklärt hat. Einmal ist es uns trotz zahlreicher Versuche nicht möglich gewesen, eine Lymphinjektion des Organs und dieser Gänge zu erzielen; dann — und hierauf dürfte grösseres Gewicht zu legen sein — haben die späteren Untersuchungen völlig andere Anordnungen der lymphatischen Bahnen bei den lymphoiden Follikeln ergeben. Ein zierliches Gefässnetz (aber dem gewöhnlichen der Lymphfollikel wiederum nicht ganz entsprechend) durchsetzt den Follikel der Thymus. Beim Kalb (Fig. 286) umziehen kreisförmig den Randtheil des letzteren arterielle (*a*) und venöse (*b*) Zweige, und das Haargefässnetz (*c*) wird demjenigen eines Peyer'schen

Follikels ähnlich, biegt aber natürlich mit sämmtlichen Röhren an dem Axengang (*d*) schlingenförmig um (His). Beim Menschen dagegen verlaufen die arteriellen Aeste im Innern der Läppchen und Follikel. Der venöse Ring des letzteren bleibt dagegen ähnlich wie beim Kalb.

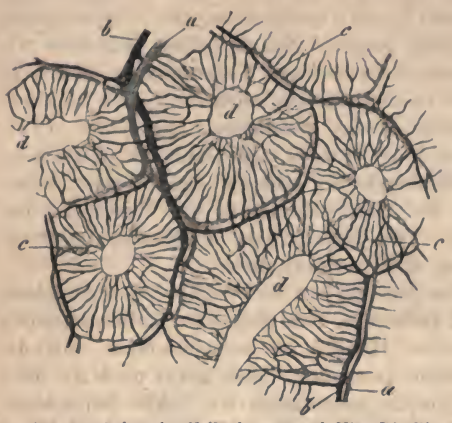


Fig. 286. Stückchen der Kalbsthymus nach His. Die Ringe der Arterien- (*a*) und Venenzweigchen (*b*) mit dem Kapillarnetze (*c*) und den Höhlen der Acini (*d*).

Einige Zeit nach der Geburt (ziemlich früh bei gut genährten Kälbern, wahrscheinlich viel später beim Menschen) beginnt eine ausgebreitete Umgestaltung der Sternzellen des Thymusgerüstes in kuglige Fettzellen und der benachbarten Netzfasern zu mehr homogener, letztere umhüllender Masse. Interessante Umänderungen des Kapillarnetzes und ein allmähliches, vielfach mit Fettdegeneration verbundenes Schwinden der Lymphzellen aus derartigen metamorphosirten Lokalitäten lehrt die mikroskopische Beobachtung. Ein ganz ähnlicher Vorgang kann übrigens, wie ich gezeigt habe, die Follikel der Lymphdrüsen ergreifen.

Eigenthümliche Gebilde des Thymusinhaltes stellen die sogenannten konzentrischen Körper dar. Ihre geschichtete Umlagerung besteht nach Paulitzky aus pflasterförmigen epithelialen Zellen (vergl. S. 158).

Die Untersuchungsmethoden der Thymusdrüse sind verschieden. Zum Erhärten wende man anfangs sehr wässrige, später etwas stärkere Lösungen (Chromsäure von 0,1—0,2, dann von 0,5%, chromsaures Kali in entsprechender Stärke, stark verdünnten Alkohol) an. Nur so wird man das Netzgerüste über grössere Strecken auspinseln können. Höhere Erhärtungen führen zur Erkenntniss des geschilderten Gangwerkes und der Blutgefässwandungen.

Das Kochen in gewöhnlichem Wasser empfiehlt Kölliker, um das Kanalwerk der Thymus sichtbar zu machen. In Weingeist nachträglich erhärtet, sollen derartige Objekte gute Schnitte gestatten; auch das Kochen dieses Organs in Essig rühmt dieser Beobachter.

Die Blutgefässe lassen sich gerade nicht leicht erfüllen, da man immer eine Menge derselben abbinden oder durch die Schieberpinzette komprimiren muss. Zu Uebersichtsobjekten (welche trocken eingeschlossen werden können) ist eine opake Masse, z. B. Chromgelb, ganz hübsch; für histologische Zwecke wähle man Karmin und Berliner Blau. Zur Aufbewahrung dient wässriges Glycerin.

Schon oben ist bemerkt worden, dass bisherige Injektionsversuche keine Lymphbahnen im Innern ergeben haben. Möge ein Anderer glücklicher sein und so das Organ, welches zur Zeit als letztes seines Geschlechtes das Interesse der Histologen erwecken muss, in diesem Strukturverhältniss aufklären.

Zwanzigster Abschnitt.

Harnwerkzeuge.

Die Untersuchung der Harnwerkzeuge und besonders des von ihnen gelieferten Sekretes nimmt das Interesse der ärztlichen Welt in einem erhöhten Grade in Anspruch; ist ja doch die Bedeutung des Urins am Krankenbette seit Jahrtausenden gewürdigt, freilich vielfach auch auf's Lächerlichste überschätzt worden.

Das wichtigste Organ des Harnapparates stellt bekanntlich die Niere her.

Eine äussere braunrothe Masse, die Rindensubstanz, umhüllt bei Säugethier und Mensch eine innere blassere, die Marksubstanz, welche schon dem unbewaffneten Auge ein radial faseriges Ansehen darbietet. Die letztere springt bei den meisten Säugern mit einer einzigen gratartigen Zuspitzung in das Nierenbecken ein, ist dagegen bei dem Menschen (auch dem Schwein) in eine Anzahl grösserer kegelförmiger Abtheilungen, welche ihre Spitze gegen den Hilus kehren, zerlegt. Es sind dieses die sogenannten Malpighi'schen oder Mark-Pyramiden. Zwischen den Seitenflächen derselben erstreckt sich septenähnlich das Rindengewebe herunter (Columnae Bertini). — Beiderlei Substanzen, und somit das ganze Organ, durchzieht eine bindegewebige Stützmasse.

Auch die feinere Struktur der Niere schien seit längerer Zeit in ihren wesentlichen Verhältnissen festgestellt zu sein.

Die radial-faserige Markmasse galt den Anatomen und Physiologen bestehend aus den an den Pyramidenspitzen frei mündenden Harnkanälchen, welche von hier aus unter reichlichen spitzwinkligen Theilungen und dadurch gesetzten Verschmälerungen gegen die Rindensubstanz ziehen und beim Uebertritt in die letztere die bisherige gestreckte Richtung aufgeben sollten, um jetzt einen höchst verwickelten gewundenen Verlauf zu gewinnen und schliesslich kuglig erweitert als Kapseln der Malpighi'schen Gefässknäuel zu endigen (Fig. 287).

Fig. 287. Aus der Rindensubstanz der menschlichen Niere. *a* arterielles Stämmchen mit Abgabe der zuführenden Gefässe *b* des Glomerulus c^* c^1; *c* ausführendes Gefäss des letzteren; *d* die Bowman'sche Kapsel mit ihrem Uebergang in das gewundene Harnkanälchen der Rinde *e*.

Namentlich, nachdem Bowman im Jahre 1842 die eben erwähnte Endigungs- (oder Ursprungs-) weise der Harnkanälchen entdeckt hatte, hielt man den Bau der Säugethierniere gesichert und dem Abschlusse nahe.

Es ist ein Verdienst von Henle, ein neues Element der Bewegung in diese Materie getragen zu haben. Er entdeckte schon vor Jahren in der Markmasse des Organes neben den lange bekannten offenen Harnkanälen ein System feinerer schleifenförmiger Gänge (welche ihre Konvexität nach der Papillenspitze zukehren). Ebenso gelang es ihm, bei mehreren Säugethieren durch Injektion vom Harnleiter aus die geraden Kanäle der Mark-

masse, sowie ihre gestreckt verlaufenden Fortsetzungen durch die Rinde bis dicht unter die Nierenkapsel zu erfüllen. — Da aber alle Versuche, von diesen Gängen aus die schleifenförmigen Kanälchen des Marks, sowie die gewundenen der Rindensubstanz zu injiziren, scheiterten, nahm jener Gelehrte — wie wir jetzt wissen, irrthümlich — die schleifenförmigen Gänge für ein geschlossenes, mit den ersteren nicht zusammenhängendes Kanalsystem, und behauptete, dass die beiden Schenkel der Schleife schliesslich in je ein gewundenes, mit Bowman'scher Kapsel geendigtes Harnkanälchen der Rindenschicht ausliefen.

Henle gerieth hierdurch in Widerspruch mit einigen älteren Injektionsberichten, welche von glücklichen Füllungen des ganzen Kanalwerks bis zur Kapsel des Glomerulus bei Säugethier und Mensch erzählten (Gerlach, Isaacs). Ebenso liess sich damit die (mitunter leichte) Injektion des ganzen Kanalwerks der Niere vom Ureter aus nicht vereinigen, welche niedere Wirbelthiere gestatteten (Hyrtl, Frey).

Durch eine grosse Reihe neuer Untersuchungen (unter welchen wir die Arbeit von Ludwig und Zawarykin, sowie diejenige von Schweigger-Seidel als die wichtigsten bezeichnen) sind die Henle'schen Angaben modifizirt und unsere Kenntnisse der Säugethierniere nicht unbeträchtlich erweitert worden, obgleich auch jetzt immerhin noch mancher Punkt des Nierenbaues zu verfolgen übrig bleibt.

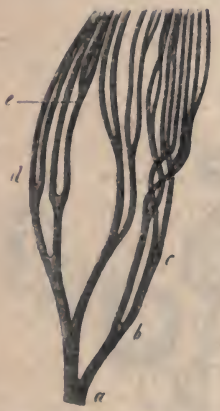


Fig. 288. Eine Harnkanälchenverzweigung aus der Marksubstanz der neugebornen Katze (Salzsäurepräparat). *a—e* Theilungen erster bis fünfter Ordnung. (Originalzeichnung von Schweigger-Seidel.)

Die ersten fundamentalen Anschauungen der Nierenstruktur kann man sich bei jedem Säugethier verschaffen; allerdings am bequemsten und übersichtlichsten an den Organen sehr kleiner Geschöpfe (Meerschweinchen, Hamstern, Maulwürfen, ganz besonders aber den Fledermäusen und der Maus).

Ein feiner Längsschnitt der Markmasse aus dem frischen Organ zeigt die offenen Harnkanälchen mit einem klaren, niedrig zylindrischen Epithel bekleidet und einem deutlichen Lumen. Ihre Verästelung mag uns Fig. 288 (ein allerdings nach anderer Methode erhaltenes Präparat) versinnlichen. Hat man früher mit kaltflüssigem Berliner Blau injizirt, so wird man die Blutgefässe leicht daneben unterscheiden. Ein vorsichtiges Zerzupfen mit der Präparirnadel wird einzelne jener Harnkanälchen isoliren und zur Wahrnehmung der spitzwinkligen Verästelung führen. Mit einem scharfen Rasirmesser gelingt es dann auch, hinreichend feine Durchschnitte der Rindensubstanz zu bekommen, welche die mäandrischen Windungen ihrer Harnkanälchen, das dunklere, körnigere, dicke Epithel der letzteren, die Bowman'schen Kapseln und (wenn der Blutgehalt noch ein einigermaassen grösserer geblieben ist) die röthlich gelben Malpighi'schen Gefässknäuel zeigen werden. Letztere treten bei jeder künstlichen Injektion auf das Schönste und Schärfste hervor.

Schon hier setzt ein fleissiges Zerzupfen den Beobachter in den Stand, wenigstens vereinzelte Uebergänge der Harnkanälchen in die erweiterten Kapseln (Fig. 287, *e. d*) zu erkennen, wenn auch gerade jene Verbindung auf diesem Wege nur schwierig nachzuweisen ist. Am günstigsten sind zu letzterer Erkenntniss die Nieren niederer Wirbelthiere, z. B. der Frösche, Tritonen, Salamander (obschon ihr Bau nicht der gleiche ist); unter den Säugethieren empfehle ich am meisten die Organe der Fledermäuse. Durch Zusatz von Alkalien erblassen die Drüsenzellen, und jenes Strukturverhältniss tritt nicht selten schärfer hervor.

Auf diesem Wege ist das frühere Wissen von der Niere gewonnen worden, und unsere Kenntnisse derselben waren am Ende der vierziger Jahre ungefähr auf jener Stufe stehen geblieben.

Die neuere Zeit hat uns nun mit mehreren anderen, sehr wichtigen Untersuchungsmethoden bekannt gemacht. Gedenken wir zuerst der Schnitte durch das künstlich erhärtete Organ. Gerade die meisten (und namentlich fast alle pathologisch-histologischen) Beobachtungen stellt man gegenwärtig so an. Ausserordentlich schonend ergiebt sich auch hier die Gefrierungsmethode. Man kann ferner zur Chromsäure, ihrem Kalisalz oder — was am besten — zum wasserfreien Weingeist greifen. Wir gewinnen so mühelos sehr feine und instruktive Längsansichten und — was für viele Texturverhältnisse von grösster Wichtigkeit ist — gute Bilder von Querschnitten der Niere.

Auch hier möchten wir die vorherige Gefässinjektion, bei kleinen Nieren mit kaltflüssiger, bei voluminöserem Organe mit erstarrender transparenter Masse empfehlen. Die geringe Mühe wird bei der nachfolgenden Untersuchung reichlich belohnt. — Tinktionsmethoden sind dann zur Erkennung des Nierengewebes im gesunden und krankhaft veränderten Zustande von höchstem Werthe.

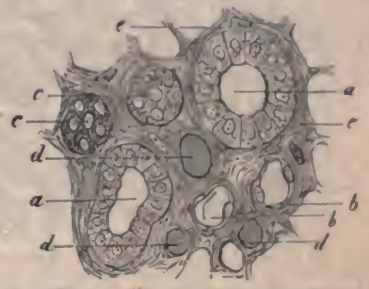


Fig. 289. Querschnitt durch eine Nierenpyramide des Neugebornen; *a* Sammelröhren mit zylindrischem Epithel; *b* absteigender Schenkel der Schleifenkanälchen mit plattem; *c* zurücklaufender Schenkel der Schleife mit körnigen Zellen. *d* Gefässquerschnitt; *e* bindegewebige Gerüstesubstanz.

An der Markmasse erkennen wir bei Vertikalschnitten die Verhältnisse des frischen Präparates wieder, an queren (Fig. 289) dagegen die Lumina der Harnkanälchen, der geraden mit ihren zylindrischen Epithelien (*a*) wie der schleifenförmigen mit meist ganz flachen, an Gefässepithelium erinnernden Zellen (*b*), sowie das bindegewebige Stroma jener Substanz (*e*).

Feine Längsschnitte der Rindensubstanz (Fig. 290) zeigen dagegen, wie diese die Schicht der gewundenen Harnkanälchen (*B*) in rasch auf einander folgenden Zwischenräumen von dünnen Bündeln gerade verlaufender Harnkanäle (*A*) durchsetzt wird, die sich nach aussen etwas verjüngen und erst nahe unter der Nierenoberfläche in Windungen verlieren (*d*). Jene Gruppen gerader Gänge, deren Kaliber im Uebrigen ein wechselndes ist (*a. b*), durchbrechen so die Schicht der gewundenen Kanälchen, wir möchten sagen, wie ein Brett von nahe stehenden zahlreichen eingetriebenen Stiften durchbrochen ist.

Man hat diese schon früher gesehenen Bündel gerader Kanäle, welche Fortsetzungen der bekannten gestreckten Gänge

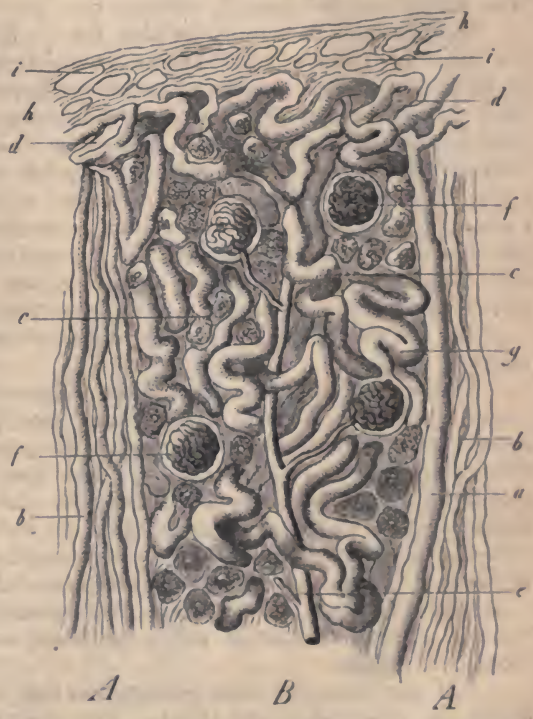


Fig. 290. Vertikalschnitt durch die Nierenrinde des Neugebornen (halbschematisch). *AA* Markstrahlen; *B* eigentliche Rindensubstanz; *a* Sammelrohr des Markstrahls; *b* feinere Harnkanälchen des letzteren; *c* gewundene Kanälchen der Rindensubstanz; *d* ihrer peripherischen Lage; *e* Arterienast; *f* Glomeruli; *g* Uebergang eines Harnkanales in die Bowman'sche Kapsel; *h* die Nierenhülle mit ihren Lymphspalten *i*.

des Marks bilden, Pyramidenfortsätze (Henle) oder Markstrahlen (Ludwig) genannt. Auf ihre Bedeutung kommen wir bald zurück. Das dazwischen befindliche Gewebe der gewundenen Harnkanälchen kann man, freilich nur künstlich, als aus einzelnen pyramidalen Stücken bestehend annehmen, die ihre Basis gegen die Nierenkapsel kehren. Es sind dieses die Rindenpyramiden Henle's.

Fig. 291. Flächenschnitt durch die Rindensubstanz der Niere des Neugebornen (halbschematisch). *a* Querschnitt durch die Harnkanälchen des Markstrahls; *b* gewundene Kanäle der eigentlichen Rindensubstanz; *c* Glomeruli und Bowman'sche Kapseln.

Querschnitte der Rinde (Fig. 291) zeigen beiderlei Harnkanälchen, diejenigen des Markstrahls quergetroffen (*a*), diejenigen der gewöhnlichen Rindensubstanz (*b*) in allen möglichen Gestaltungen. Das bindegewebige Stroma ist ebenfalls leicht hierbei zu erkennen.

Verzichtet man auf das Studium der Epithelien, so möchte ich noch eine andere, durch Billroth mir bekannt gewordene Methode hier empfehlen. Behandelt man ganz kurze Zeit lang ein Stück Niere mit siedendem Kochessig, so wird dasselbe, nachdem es getrocknet oder auch durch Chromsäure oder Alkohol erhärtet worden ist, sehr schöne Ansichten der Drüsengänge in Mark und Rinde gewähren.

Von grösster Bedeutung ist aber für die Erforschung der Niere in neuester Zeit die chemische Isolationsmethode geworden. Frisches (oder auch in Alkohol erhärtetes) Gewebe mit starker Salzsäure (S. 74) behandelt, erfährt nach einer Reihe von Stunden eine fast vollständige Zerstörung der bindegewebigen Zwischensubstanz, während die Blutgefässe, namentlich aber die Harnkanälchen vollkommen, ja nicht selten selbst ihr Epithel annähernd erhalten bleibt. Jene Gänge lassen sich dann entweder durch ganz schwaches Schütteln oder sehr zartes Fassen mit der Nadel isoliren, oder schon in der Flüssigkeit schwimmend, mit einem hakenförmig gekrümmten Glasstäbchen herausfischen. Freilich ist alles sehr zart und leicht zerstörbar geworden. Doch gelingt schwächere Karmintinktion und Einschluss in wässriges Glycerin nicht selten noch ganz trefflich.

Die Art und Weise, in welcher die Salzsäure hierzu verwendbar, kann verschieden sein.

Vielfach hat man die gewöhnliche käufliche Salzsäure so lange mit Wasser versetzt, bis sie nicht mehr rauchte, und das Objekt 12—24 Stunden darin eingelegt. Schweigger-Seidel verwendete die offizinelle reine Salzsäure der preuss. Pharmakopoe (mit 1120 spez. Gew.) und liess die dem etwa einen Tag vorher getödteten Thiere entnommenen Stücke 15—20 Stunden durch jene mazeriren. Stärkere Säure wirkt rasch, greift aber die Drüsenzellen heftig an; schwächere erfordert längere Zeit. Nachher muss sorgfältig mit destillirtem Wasser ausgewaschen werden, und meistens wird man durch ein darauf folgendes ein- oder mehrtägiges Einlegen des Stückes in Wasser den Zerfall noch wesentlich befördern können. Auch ein Kochen mit jener Säure oder salzsäurehaltigem Alkohol ist empfohlen worden.

Hat man (was aber nicht jedesmal der Fall) die chemische Zerlegung glücklich erzielt, so gewähren solche Objekte (Fig. 288, Fig. 292—295) dem umsichtigen Beobachter höchst wichtige Aufschlüsse.

Natürlich ist es unmöglich, auch bei der schonendsten Behandlung hier den ganzen Verlauf eines Harnkanälchens zu isoliren; es wird sich also nur um die Gewinnung möglichst langer Bruchstücke und um die Kombination solcher Frag-

mente handeln. Jene in einer Länge von 2—5 mm erhält denn auch der Geübte wenigstens hier und da. Bei der enormen Länge des uns beschäftigenden Kanalwerkes in der Niere grösserer Geschöpfe wird hier ein Resultat weit schwieriger, als an den Organen der kleinsten Säuger. Die Nieren des Maulwurfs, der Fledermäuse, des Hamsters, der Mäuse und Ratten, des Meerschweinchens verdienen in erster Linie empfohlen zu werden. Da Berliner Blau in jener sauren Mazerationsflüssigkeit sich erhält, sind die Blutbahnen vorher auszuspritzen, eine für das Studium der Markschleifen höchst wichtige Vorsichtsmassregel.

Beginnt man die Untersuchung mit der Markmasse von deren Pyramidenspitze aus, so erkennt man, wie die offenen Kanäle mit ihrem charakteristischen Epithelialüberzug eine Anzahl rasch auf einander folgender gabliger Theilungen machen (Fig. 288, *a*—*e*, 292, *a*. *b*), und dann mit enger gewordenen Zweigen in gestrecktem Verlaufe lange Strecken der Markmasse unverändert durchlaufen (Fig. 282, *c*), bis sie in den äusseren Theil des Markes gelangen, welcher sich durch büschelförmige Blutgefässe auszeichnet (Grenzschicht von Henle). Zwischen ihnen erscheinen die viel engeren mit platten hellen Zellen bekleideten schleifenförmigen Kanälchen (*d*) und zwar durch alle Schichten der Pyramide. Ihr rücklaufender, d. h. der Rinde wieder zustrebender Schenkel kann sich schon erweitert und mit körnigen dunkleren Drüsenzellen erfüllt zeigen.

Die offenen Kanäle treten von der Grenzschicht meisens je einer, seltener je zwei in den Markstrahl ein, welchen sie gegen die Oberfläche der Niere hin durchlaufen (Fig. 290, *A*). Man hat ihnen den passenden Namen des Sammelrohrs gegeben (*a*). Die oben hervorgehobenen Differenzen des Epithel werden hier weniger deutlich. Die übrigen, beträchtlich engeren Gänge des Markstrahles bestehen aus den absteigenden (d. h. gegen den Hilus gerichteten) und zurücklaufenden Schenkeln der Schleifenkanälchen (*b*).

Der Nierenoberfläche näher gekommen giebt das Sammelrohr reichlichere Aeste ab (Fig. 294, *c*, 295, *c*) und endigt nach oben in bogenartigen Verzweigungen Fig. 294, *d*, 295, *d*, welche namentlich bei kleineren Thieren ein zackiges Ansehen zeigen können (»Schaltstücke« oder »Verbindungskanäle«). Aus ihnen, aber auch tiefer vom Stamme des Sammelrohres, entspringen in verschiedenen Gestaltungen sich rasch verengende Kanäle, die absteigenden Schenkel der Schleifen (*e*), deren Eintritt aus der Markmasse her andere Mazerationspräparate gezeigt haben.

Fig. 293. Schleifenkanälchen aus einer Nierenpyramide des Neugebornen. *a*, *b* die beiden Schenkel; *c* ein anderes Kanälchen; *d* Kapillargefäss.

Fig. 292. Vertikalschnitt durch die Markpyramide der Schweinsniere (halbschematisch); *a* der Stamm eines an der Pyramidenspitze mündenden Harnkanals; *b* und *c* dessen Aestsysteme; *d* die schleifenförmigen Harnkanälchen; *e* Gefässschleifen und *f* Verzweigung der Vasa recta

Nachdem wir somit den Ursprung des einen Schenkels als einer Abzweigung oder eines Endzweiges der offenen Harnkanäle kennen gelernt haben, entsteht noch die Frage, was aus dem rücklaufenden anderen Schenkel (Fig. 294 und 295 *g. g*) wird.

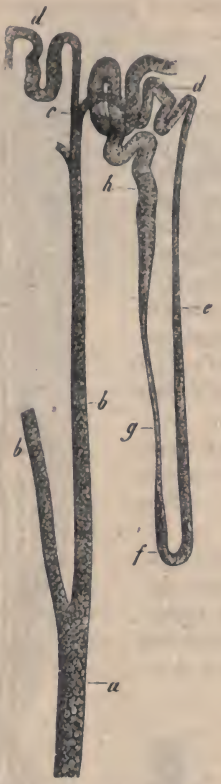


Fig. 294. Vertikalschnitt aus der Niere des Meerschweinchens (Salzsäurepräparat). *a* Stamm eines Sammelrohres; *b* dessen Aeste; *c* weitere Zerspaltung; *d* gewundener Kanal (Schaltstück); *e* absteigender Schenkel eines schleifenförmigen Harnkanälchens; *f* Schleife; *g* zurücklaufender Schenkel und *h* Uebergang zum gewundenen Harnkanälchen der Rindensubstanz.

Fig. 295. Vertikalschnitt aus der Niere des Maulwurfs (Salzsäurepräparat). *c* Endast des Sammelrohrs; *d* gewundenes Kanalstück; *e* absteigender Schenkel des Schleifenkanals; *f* Schleife; *g h* zurücklaufender Schenkel und Uebergang in das gewundene Kanälchen *i*; *k* Halstheil des letzteren; *l* Bowman'sche Kapsel; *m* Glomerulus.

Dieser biegt, den Kanälchen des Markstrahls beigesellt, von der Gruppe tiefer oder höher seitlich ab (Fig. 294, *h*, 295, *h*), nimmt einen anderen gewundenen Verlauf an, gewinnt dabei einen stärkeren Quermesser und dunkleres körniges Epithel, und wird zum gewöhnlichen gewundenen Harnkanälchen der eigentlichen Rindensubstanz, welches unter zahlreichen Schlängelungen und Krümmungen schliesslich als Bowman'sche Kapsel des Glomerulus endigt Fig. 295, *k. l*). Mancherlei Eigenthümlichkeiten untergeordneter Art müssen wir hierbei mit Stillschweigen übergehen. Nur eines Verhältnisses wollen wir hier noch gedenken, nämlich der Epithelialauskleidung der Bowman'schen Kapsel (Fig. 296). Ihre Innenfläche trägt eine Lage ansehnlicher Pflasterzellen, welche durch Höllenstein, (sei es einfaches Einlegen, sei es durch die Injektion von der Arterie aus) leicht sichtbar gemacht werden kann (*g*). Schwieriger wahrnehmbar, und sonderbarer Weise auch die Versilberung nicht gestattend, ist eine Schicht kleinerer und höherer

Zellen, welche die Oberfläche des Glomerulus überkleidet (*f*). Man gewahrt sie an gefrornen Organen (Chrzonszczewsky).

Nicht minder wichtig für die Ermittelung der Nierenstruktur ist die Injektion ihrer Drüsenkanäle vom Ureter aus. Man bediene sich hierzu kaltflüssiger Gemische. Der Zusatz von Alkohol ist zu solchen Arbeiten nicht zweckmässig, wenngleich auch nicht, wie hier und da behauptet worden, ein absolutes Hinderniss.

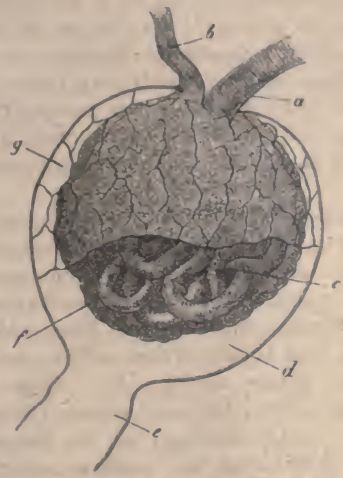


Fig. 296. Glomerulus des Kaninchens schematisch. *a* Vas afferens; *b* Vas efferens; *c* Glomerulus; *d* untere Kapselpartie (ohne Epithel); *e* Hals; *f* Epithel des Glomerulus und *g* das der Kapselinnenfläche nach Silberbehandlung.

Am passendsten wählt man ein wässriges Berliner Blau oder Karmin, welchem man Glycerin oder auch arabisches Gummi zufügen kann (s. S. 110).

Weniger eignet sich der wechselnde Druck der Injektionsspritze, als der konstante einer Flüssigkeits- oder Quecksilbersäule (vergl. S. 111), der allmählich erhöht wird. Solche Füllungen erfordern dann viele Stunden und bleiben bei aller Sorgfalt nicht selten ohne das gewünschte Resultat. — Während die einfach gebaute Niere eines Frosches und einer Ringelnatter mit Leichtigkeit sich füllt, verunglücken bei kleinen Säugethieren die Versuche durch baldigen Einbruch in das Venensystem. Nur embryonale Nieren bei der wenig entwickelten Markmasse gewähren bisweilen dem vorsichtigen Experimentator ein glückliches Ergebniss. — In der Regel bediene man sich der Organe des Hundes, des Schafs, Kalbes, Schweins und zwar in möglichst frischem Zustande. Die Schweinsniere wird man unter einer Quecksilbersäule von 50—100 Millimetern und mehr zu füllen vermögen.

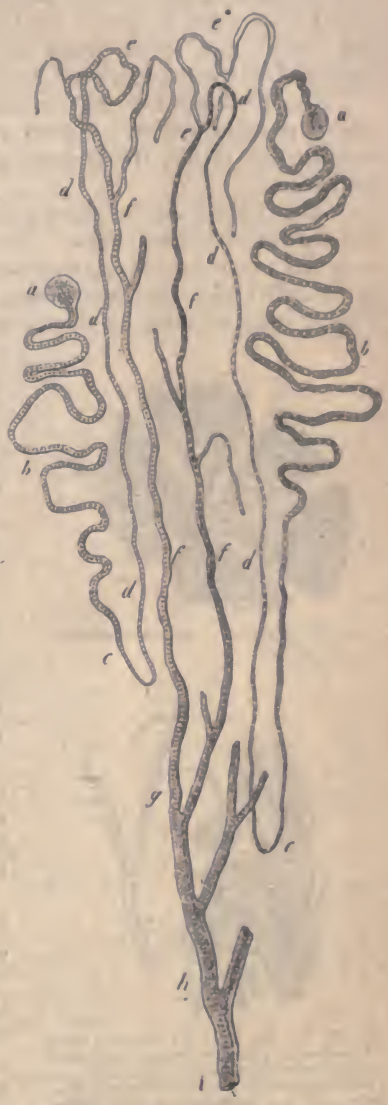


Fig. 297. Schematische Darstellung der Harnkanälchenanordnung (mit freier Benutzung der Schweineniere). *a* Bowman'sche Kapseln; *b* gewundene Harnkanälchen und rücklaufender Schenkel der Schleifen *c*; *d* absteigender Schenkel; *e* gewundene Gänge; *f* Sammelröhren, zu einem stärkeren offenen Harnkanal *g* zusammentretend, der sich mit andern zum Kanal *h* vereinigt; *i* Stamm, welcher an der Papillenspitze mündet.

Verhältnissmässig leicht gelingt es, die Injektionsmasse nach Erfüllung der offenen Kanäle des Marks (Fig. 292) bis zum Ende der Markstrahlen und ihrer Astsysteme vorzutreiben. Auch die absteigenden, gegen den Hilus gerichteten Schenkel der Schleifenkanäle füllen sich noch relativ leichter, und zeichnen sich durch ihre geringen Quermesser aus. Schwieriger dringt die gefärbte Flüssigkeit durch die Schleife selbst und in den rücklaufenden Schenkel. Am seltensten — und es ist durch die Natur des Inhaltes und die Windungen begreiflich — glückt es, die Injektionsmasse durch das gewundene Rindenkanälchen bis in die Bowman'sche Kapsel vorzudrängen. Doch sind zahlreiche glückliche Ergebnisse in neuerer Zeit erzielt und so die durch die Säuremazeration erhaltenen Resultate bestätigt worden (Ludwig-Zawarykin, Kollmann, Chrzonszczewsky, Hertz, Frey u. A.).

Unser Schema Fig. 297 (welches zwei derartige Füllungswege von dem Markkanal *i* aus eingezeichnet enthält zur rechten und linken Bowman'schen Kapsel) mag das nur in den Hauptzügen geschilderte Injektionsergebniss dem Leser versinnlichen.

Zum Ueberfluss verfolgen wir nochmals den Weg, welchen das Sekret vom Glomerulus an nehmen muss. Von der Bowman'schen Kapsel (*a*) umfangen, tritt es in das gewundene Harnkanälchen (*b*) über, das nach seinen Krümmungen sich der Papillenspitze in gestrecktem Verlaufe zukehrt (*c*). Unter Aenderung des Epithel steigt es durch die Papille mehr oder weniger nach abwärts, biegt schleifenförmig um, und kehrt mit dem anderen Schenkel wieder zur Rinde zurück (*d*). Später oder früher ändert dieser Schenkel seinen Charakter, wird breiter und gewundener (*e*), um früher oder später in Verbindung mit anderen gleich beschaffenen Gängen in das Sammelrohr (*f*) einzumünden, welches mit andern spitzwinklig zusammentretend (*g*. *h*) endlich an der Papillenspitze (*i*) den Harn entleert.

Fig. 298. Glomerulus der Schweinsniere.

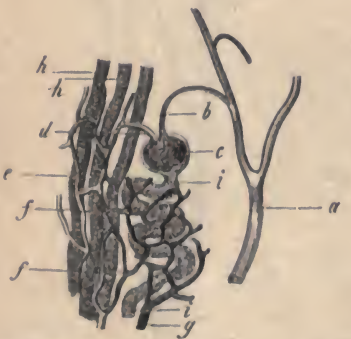


Fig. 299. Aus der Niere des Schweins (halbschematisch). *a* Arterienzweig; *b* zuführendes Gefäss des Glomerulus *c*; *d* Vas efferens; *e* Zerfall desselben zu dem gestreckten Haargefässnetz des Markstrahls; *f* rundliches der gewundenen Kanäle *i*; *g* Anfang des Venenzweigs.

Der neuen Methode, der Selbstinjektion des lebenden Thieres, womit uns Chrzonszczewsky bekannt gemacht hat, gedachten wir schon in einem vorhergehenden Abschnitt dieses Buches (S. 111). Sind auch die so gewonnenen Bilder wechselnd und nicht immer verständlich, so haben mir doch Wiederholungen des Versuches mit Einspritzen einer Karminlösung in die Jugularis der Kaninchen gute und das Eintreiben von indigoschwefelsaurem Natron noch bessere Resultate geliefert.

Wir haben noch des bindegewebigen Stroma, sowie der Blut- und Lymphbahn unseres Organes zu gedenken.

Der Gefässverlauf in der Niere ist so vielfach beschrieben worden (namentlich in trefflicher Weise durch Hyrtl), dass wir uns hier auf die nothwendigsten Angaben beschränken können. Die durch die Theilung der Nierenarterie und -Vene entstandenen Zweige verlaufen durch die Markmasse zwischen den einzelnen Malpighi'schen Pyramiden. An der Basis der letzteren bemerkt man bogenartige Anordnungen der beiderlei Gefässe. Aus den arteriellen Bogen entspringen dann in Form von Aesten die knäueltragenden Arterien der Rindenmasse, welche den Axentheil eines durch zwei Mark-

strahlen eingegrenzten Rindenstückes (Rindenpyramide) einhalten, und nach der Peripherie die zuführenden Gefässchen des Glomerulus abgeben (Fig. 290, *e. f*, Fig. 299, *b*).

Dieses, das Vas afferens, ist beim Menschen und Säugethier innerhalb der knauelförmigen Windungen spitzwinklig weiter getheilt (Fig. 287, *b* und Fig. 298), und bildet nach den Windungen durch die Wiedervereinigung letzterer Zweige das ausführende Gefäss, Vas efferens (Fig. 287, *e*. 299, *d*). Das letztere löst sich in ein zunächst die gestreckten Harnkanälchen des Markstrahles mit verlängerten Maschen umspinnendes Haargefässnetz auf Fig. 299, *e*). Aus der Peripherie des letzteren stellen sich erst jene Kapillarröhren her (*f*), welche mit rundlichen Maschen die gewundenen Harnkanälchen (*i*)) der eigentlichen Rindensubstanz umgeben.

Die oberste, von Gefässknäueln freie Lage der Rindensubstanz erhält ihre Kapillaren wesentlich von den ausführenden Gefässen der oberflächlichen Glomeruli; viel spärlicher (und sicher nicht bei allen Säugethieren) von einzelnen Endzweigen der Knauelarterie, welche direkt und unmittelbar zu jener peripherischen Schicht vordringen.

Dicht unter der Kapsel erscheinen venöse Wurzeln in Gestalt sternförmiger Figuren; andere Venenanfänge entstehen tiefer im Rindengewebe. Gewöhnlich zusammentretend zu stärkeren Stämmchen münden beiderlei Venenästchen an der Grenze von Rinde und Mark in die Bogengefässe ein.

Die langen gestreckten Gefässbüschel, welche in der Markmasse (ihrer Grenzschicht) zwischen den Harnkanälchen erscheinen, dann nach abwärts treten, und entweder schleifenartig in einander übergehen oder an der Pyramidenspitze ein zierliches Netzwerk um die Mündungen der Harnkanäle bilden, werden Vasa recta genannt (Fig. 292, *e. f*). Zwischen ihnen erscheint übrigens noch ein Kapillarnetz feinerer Röhren.

Ueber den Ursprung der betreffenden Vasa recta herrschen grosse Verschiedenheiten der Meinung. Wesentlich, wenn auch nicht ausschliesslich, tragen dieselben nach unserer Beobachtung einen venösen Charakter, indem sie von Fortsetzungen der Kapillarnetze der Markstrahlen gebildet werden. Ihnen gesellen sich als arterielle Zuflüsse die Vasa efferentia tief gelegener Glomeruli bei. Ganz unerheblich endlich sind arterielle Zweige, welche schon vor Abgabe der Glomeruli die knaueltragende Arterie verlassen haben (Arteriolae rectae) und in jenen gestreckten Gefässbezirk sich einsenken (Fig. 300, *f*).

Fig. 300. Aus der Grenzschicht der menschlichen Niere; *a* Arterienstämmchen; *b* ein Ast und *e* ein anderer, welcher die Vasa afferentia zweier Glomeruli bei *c* und *d* liefert; *f* ein dritter Ast (arteriola recta) mit Zerfall in gestreckte Kapillaren der Marksubstanz *g*.

Vielfach, wie wir schon oben bemerkt haben, ist die Auflösung stärkerer Stämmchen zu jenen Vasa recta eine büschelförmige oder quastenartige.

Ganz ähnlich gestaltet sich im Allgemeinen auch der Zusammentritt der rücklaufenden geraden Gefässe. Ihre Einsenkung geschieht in die bogenartigen Venen, welche wir oben als an der Grenze von Rinde und Mark vorkommend kennen gelernt haben.

Die Ermittelung so höchst verwickelter Verhältnisse setzt natürlich umfassende Injektionsstudien und sehr sorgfältige Prüfung der Präparate voraus.

So leicht auch von der Arteria renalis aus die Einspritzung der Niere gelingt (so dass hierin eine gute Anfängerarbeit gegeben ist) und so wenig es ein Kunststück genannt werden kann, eine reichliche Füllung der Markmasse zu erzielen, so erfordern doch die feineren Gefässfragen des Organs ganze Reihen anderer Injektionen. Zunächst rathen wir, von der Arterie aus die Füllung sehr frühzeitig (und zwar in verschiedenen Momenten) abzubrechen, sobald etwas Farbestoff die

Rinde erreicht hat. Dann empfehlen sich andere etwas weiter fortgesetzte arterielle Füllungen, bei welchen zwar die Markstrahlen, nicht aber die Kapillaren der dazwischen befindlichen Rindenpartieen injizirt sind.

Andere belehrende Präparate gewährt die Injektion von der Vene aus, welche gleichfalls auf verschiedenen Stadien abzubrechen ist. Gewöhnlich staut sich auch eine weit gegangene Veneninjektion an dem Glomerulus. Dünnflüssige Massen füllen jedoch denselben auch von der Vene aus.

Sehr belehrend ist endlich die doppelte Injektion, welche von der Vene begonnen und bald mehr, bald weniger nach der arteriellen oder venösen Seite hin fortgesetzt werden sollte. Hier ist schon grössere Uebung erforderlich. Hat man zur vollständigen Venenfüllung eine Gelatinemasse gewählt, so ist es rathsam, zur Erkennung der Grenzgebiete beiderlei Gefässe die nachträgliche Injektion der Arterie mit kaltflüssiger Masse vorzunehmen.

Nieren von Hunden, Katzen, Kaninchen möchten wir am meisten empfehlen. Von grösseren Thieren benutze man die des Schweins und Schafes. Ist das System der Harnkanälchen mit Berliner Blau erfüllt, so wähle man zur Injektion der Blutgefässe die Karminmasse und das transparente Gelb von Thiersch (S. 108). Menschliche Nieren auch nicht mehr ganz frischer Körper ergeben oftmals noch gute Resultate. Gewöhnlich pflegen auch Füllungen des Organs bei Bright'scher Krankheit mehr oder weniger zu gelingen.

Als Gerüste der Niere treffen wir ein bindegewebiges Stroma an. Es besteht in der Rindenmasse aus einem nur sehr wenig entwickelten zusammenhängenden Septenwerk von Bindegewebezellen und homogener oder streifiger Zwischensubstanz, das an den Adventitien grösserer Gefässe, den Bowman'schen Kapseln etwas stärker erscheint, und an der Oberfläche des Organs zu einem lückenreichen Bindegewebe umgewandelt in die Nierenkapsel sich fortsetzt. In den Markstrahlen wird jenes bindegewebige Stroma etwas fester; seine grösste, wenngleich absolut geringe Entwicklung erreicht es in der Marksubstanz (Fig. 289, *e*). In Alkohol oder Chromsäure erhärtete Organe geben an dünnen gepinselten oder karminisirten Schnitten die besten Anschauungen. Die sternförmigen Bindegewebezellen isoliren sich hübsch durch Salzsäuremazeration (Schweigger-Seidel).

Die Versuche, mittelst der Einstichsmethode die Lymphbahnen der Niere zu füllen, bleiben meistens ohne Erfolg. Am besten gelingt es an durch Unterbindung der Harnleiter ödematös gewordenen Organen (Hund) von den angeschwellten Gefässen aus. Die parenchymatösen Lymphbahnen nehmen die Interstitien des unter der Kapsel befindlichen spaltenreichen Bindegewebes (Fig. 290, *i*) ein, und dringen von hier in Lücken des bindegewebigen Stroma, zwischen den Harnkanälchen, um die Bowman'schen Kapseln und feineren Blutgefässe nach einwärts. Während die Kommunikation jener lymphatischen Bahnen im Rindengewebe eine sehr freie ist, füllen sich erst nachträglich die engeren Lücken des Markstrahls und zuletzt die Gänge der Marksubstanz selbst. Das Ganze erinnert im Uebrigen sehr an die lymphatischen Bahnen des Hodens (s. u.).

Durch den Fleiss befähigter Forscher sind die zahlreichen pathologischen Veränderungen des Nierengewebes uns genauer bekannt geworden. Auch hier hielt man längere Zeit hindurch die vorwiegende Betheiligung des Bindegewebegerüstes an krankhaften Texturen fest, auch hier liess man die Neubildungen von dessen Zellen ausgehen, während in jener Beziehung die strukturlose Haut der Drüsengänge eine untergeordnetere Rolle spielen sollte. Die Drüsenzellen selbst waren zwar der Anschwellung, der Erzeugung eines körnerreichen Inhalts, der Vermehrung, sowie der Degeneration (namentlich der fettigen) und des Zerfalls fähig (und diese Dinge bilden sehr häufige Vorkommnisse), gingen aber, ihrer epithelialen Natur entsprechend, nicht in andere Gewebelemente über, — alles Annahmen, welche heutigen Tages mit Recht neuem Zweifel begegnen.

Zunahmen der bindegewebigen Gerüstmasse, theils lokalen, theils verbreiteten, begegnet man in der Niere vielfach. Das Bindegewebe erscheint nach Anwendung der schon erwähnten Methoden bald homogen und straff, bald fibrillär zerklüftet und seine Zellen in der Regel deutlicher. Auch die verwandte Substanz der Membrana propria, namentlich in der Bowman'schen Kapsel, erfährt Verdickungen, mitunter in geschichtetem Ansehen. Ob unter solchen Umständen sichtbar zu machende zellenähnliche Körper wirklich der Kapselmembran angehörige Bindegewebezellen sind, wollen wir dahin gestellt sein lassen. Von jenen Bindegewebezellen aus heben ferner Vermehrungsprozesse an, die theils zur Bildung neuer Bindegewebekörperchen, theils zur Erzeugung kugliger, den Elementen der Lymphe und des Eiters gleichender Zellen führen können, wobei jedoch die Auswanderung der farblosen Blutkörperchen mitspielen wird. Aus solchen Zellen besteht dann auch der Eiter des Nierengewebes. Ein ähnlicher Wucherungsprozess, aber unter Einschrumpfung und Verfettung, bringt die Nierentuberkulose hervor, während der Miliartuberkel auch hier vielfach von den Arterienscheiden seinen Ursprung nimmt. Auch andere, namentlich karzinomatöse Neubildungen sollen von jenem Bindegewebe ihren Ursprung nehmen, was für die Zellen der ersteren neuerdings in Abrede gestellt wird, die aus dem Drüsenepithel hervorgehen sollen (Waldeyer).

Eine kurze Erwähnung mögen die Einbettungen von Fett- und Pigmentmolekülen, sowie die amyloide Degeneration hier finden. Schon in der normalen Niere trifft man in den feinkörnigen Inhaltsmassen der Drüsenepithelien einzelne Fettmoleküle; bisweilen ist die Menge derselben nicht unbeträchtlich. Grosse Ansammlungen derselben, welche eine zum Untergang führende Fettdegeneration jener Zellen bewirken können, sind unter pathologischen Verhältnissen ausserordentlich häufige Erscheinungen. Auch im bindegewebigen Gerüste erscheinen im Innern der Gerüstebalken und in den Bindegewebekörperchen jene Fettkörnchen. In letzteren Zellen allmählich zusammenfliessend können sie zur Bildung kugliger Fettzellen führen.

Merkwürdige Pigmentirungen der Niere (allerdings vorwiegend wohl der Drüsenzellen) können wir bei Personen antreffen, welche an einer Verstopfung des Gallenganges zu Grunde gegangen sind. Der bei solcher Gallenretention vorkommenden Umänderungen der Leberzellen haben wir schon früher (S. 278) gedacht. Derartige Nieren bieten eine olivengrüne Färbung dar. In den Harnkanälchen der Marksubstanz zeigen sich verschieden tingirte Epithelien, sowie solche mit wechselnd gefärbten Pigmentmassen im Zellenkörper. Bei hochgradigen Fällen beobachtet man die Harnkanäle ausgestopft mit Klumpen harter, brüchiger, schwarzer Masse. Auch in den gewundenen Harnkanälchen der Rinde, ebenso in den Bowman'schen Kapseln, d. h. an dem Epithelium des Glomerulus, tritt uns eine ähnliche, aber schwächere Pigmentirung entgegen.

Die Melanämie, der Uebergang pigmentirter Zellen und Schollen aus der Milz bei bösartiger Intermittens (S. 281) bringt in den Nierengefässen Embolieen durch die genannten Gebilde herbei. Man findet die Pigmentmassen in den Gefässen des Glomerulus, den Kapillaren der Rinde, seltener des Markes. Selbst in Harnkanälchen kann man einzeln derartigen Pigmentanhäufungen begegnen.

Etwas grösser dürfte wohl bei der nicht seltenen Amyloiddegeneration der Niere die Betheiligung der Drüsenzellen ausfallen. Sie verwandeln sich in die bezeichnenden schollenartigen Körper, ähnlich denjenigen, welche wir oben (S. 281) bei der gleichwerthigen Leberdegeneration erwähnt haben. Vorwiegend ist aber der Sitz der Entartung in den Gefässwandungen, namentlich denjenigen des Glomerulus (Vas afferens, gewundene Kanäle und abführendes Gefäss). Auch die Membrana propria kann dem Degenerationsprozess anheimfallen.

Eine interessante Reihenfolge der von uns in dem Vorhergehenden geschilderten Umänderungen beiderlei Bestandtheile, des drüsigen und des bindegewebigen

nebst den Gefässen, zeigt der mit dem Namen der Bright'schen Krankheit versehene Prozess, ein mit erhöhter entzündlicher Blutfülle und körnerreichen geschwellten Drüsenzellen beginnender massenhafter Untergang der Drüsenzellen des Organs, sowie seiner Blutgefässe, welchem eine ansehnlichere Vermehrung der bindegewebigen Gerüstesubstanz und eine weitere Veränderung des Drüsengewebes sich hinzugesellen.

In den Anfangsperioden, namentlich heftiger und rasch verlaufender Fälle, bemerkt man in der Rindensubstanz, wo jene pathologischen Vorgänge zunächst sich abspielen, stärkere Bluterfüllung der feineren Gefässe und etwas getrübte körnerreichere Drüsenzellen. Die Gefässknäuel treten deutlicher hervor, kleine Extravasate aus zerrissenen Gefässen finden sich häufig, und in den geraden Harnkanälchen beginnen glasige zylindrische Massen eiweissartiger Stoffe zu erscheinen. Diese »Fibrinzylinder« (welche an gehärteten Nieren deutlich als Ausfüllungsmasse von Drüsenkanälen zu erkennen sind) zeigen sich bald mehr unter dem Bilde reinen Faserstoffes, bald mehr mit einzelnen Blutkörperchen und abgetrennten Drüsenzellen imprägnirt. In einer späteren Zeit nimmt der Blutgehalt der Nierenrinde ab; Injektionen des oft an Volumen wachsenden Organes gelingen jetzt schwer. Ueber die Drüsenzellen kommt ein ausgedehnter fettiger Zerfall, und auch jene Faserstoffzylinder enthalten vielfach solche Zellentrümmer und freie Fettkörnchen. Andere Drüsenzellen verschrumpfen, ohne jene Fettmoleküle darzubieten. An gut erhärteten Präparaten findet man meistens die bindegewebige Gerüstesubstanz in wuchernder Zunahme begriffen. Werden jene Zylinder durch den Strom des Harns nicht weggeschwemmt (wo sie dann als Harnbestandtheile erscheinen), so erweitern sich die verstopften Harnkanälchen, buchten sich aus, und können so zu Kystenbildung Veranlassung geben. Schreitet der Prozess weiter fort, so findet man die der Epithelien beraubten, mit einem Detritus erfüllten Drüsenkanäle zum Theil kollabirt, und in dem zunehmenden Bindegewebe allmählich verschwindend. Auch um die schrumpfenden Bowman'schen Kapseln kommen konzentrische Bindegewebeablagerungen vor. So bilden sich stellenweise jene bindegewebig umgeänderten Stellen der an Volumen abnehmenden Niere. Dazwischen bleiben Partieen von Drüsengewebe, erweiterte Kanäle mit körniger Masse erfüllt u. a. m. Es sind dies die sogenannten »Granulationen« der pathologischen Anatomie.

Die betreffenden Strukturveränderungen können nur dürftig und ungenügend an dem frischen Organ verfolgt werden, obgleich derartige Beobachtungen, namentlich der Zellenmetamorphosen wegen, jedesmal stattfinden sollten. Für weitere Untersuchungen müssen erhärtete Nieren dienen. Hier kann bei grosser Weichheit diese Prozedur einige Schwierigkeit darbieten. Doch wird man, namentlich beim Einlegen nicht allzu grosser Stücke und mit einer gewissen Genauigkeit, nach einiger Zeit zum Ziele kommen. Die Injektion soll, soviel wie möglich, stets dem Einlegen vorhergehen; bei manchen Prozessen, wie Tuberkelbildung, Amyloiddegeneration und Bright'scher Krankheit, gewinnen die mikroskopischen Präparate oft dadurch eine wunderbare Verständlichkeit. Karmintinktionen und Färbungen mit Anilinblau verdienen ebenfalls dem Arzte hier dringend empfohlen zu werden. Wo es sich um stärkere bindegewebige Neubildungen handelt, koche man mit Essig ab und lege dann entweder in Alkohol oder Chromsäure. Gerade bei letzterer Behandlung wird vieles sehr hübsch.

Noch sei hier einiger verbreiteter, aus Harnbestandtheilen stammender Niederschläge in den Nierenkanälchen gedacht. Ein gewöhnliches Vorkommniss bildet der bei Neugebornen in den ersten Tagen nach der Geburt erscheinende sogenannte Harnsäure-Infarkt. Eine gelblich röthliche Masse erfüllt in Streifen die offenen Harnkanälchen der Pyramiden, und kann mit den Fingern aus deren Oeffnungen leicht hervorgepresst werden. Das Mikroskop zeigt, vermengt mit Drüsenepithelien, eine bald homogene, bald grobkörnige Masse harnsaurer Salze, aus welchen durch einen Tropfen Essigsäure die bezeichnenden Harnsäurekrystalle

abgeschieden werden können. Der geänderte Stoffwechsel, welchen die Lungenathmung im Körper des Neugebornen setzt, wird wohl die Veranlassung des an sich nicht erheblichen Zustandes sein. Bei älteren Menschen kommen derartige Massen gleichfalls nicht selten vor, und können zu Konkretionen harnsaurer Salze sich vereinigen. Man begegnet ihnen beispielsweise bei der Bright'schen Krankheit.

Auch Moleküle des kohlensauren Kalkes als dunkle körnige Massen können, namentlich im höheren Alter, die schleifenförmigen Harnkanälchen verstopfen (Kalk-Infarkt). Sie lösen sich aufbrausend bei Essigsäurezusatz unter dem Mikroskop.

Schöne Sammlungspräparate gewähren transparent injizirte Nieren, nach vorheriger Karmintinktion durch absoluten Alkohol entwässert, beim Einschluss in Kanadabalsam. Das übrige bewahrt man in üblicher Weise mit Glycerin.

Ueber die Untersuchungsmethoden des ausführenden Theiles der Harnwerkzeuge, der Ureteren, Blase und Urethra etc. mögen wenige Bemerkungen genügen.

Nierenkelche, Nierenbecken, Ureteren und Blase bedürfen kaum einer Erörterung, da die Untersuchungsweisen ihrer konstituirenden Lagen, der serösen, muskulösen und Schleimhautschichten, dem Leser hinlänglich bekannt sind. Das geschichtete Epithelium dieser Theile ist mancherlei sonderbare Formen darbietend, welche man kennen muss, um nicht bei der Untersuchung des Harns in Verlegenheit zu kommen. Die oberste Lage des Blasenepithelium (Fig. 301, *c*) zeigt ansehnliche, mehr flache Zellen, mit Vertiefungen an ihren unteren, der nächstfolgenden Zellenlage zugekehrten Fläche. In jene Gruben passen die gewölbten Enden zylindrischer Zellen der folgenden Lage hinein; doch sind die Zellen in den tiefsten jener beiden Schichtungen recht unregelmässig. Auch die Ureteren und das Nierenbecken zeigen Aehnliches. Die Zellen der tiefsten Schicht erscheinen mehr rundlich.

Von grosser Wichtigkeit für den praktischen Arzt ist die chemische und mikroskopische Untersuchung des Harns, von welchen wir aber nur die letztere hier berücksichtigen können.

Frischer normaler Urin stellt eine klare Flüssigkeit dar, welche ihre zahlreichen organischen und unorganischen Stoffe in wässeriger Lösung enthält und nur sparsame Formbestandtheile der Harnwegeschleimhaut beigemengt führt. Letztere, Plattenepithelien und Schleimkörperchen, pflegen sich nach einiger Zeit am Boden des Gefässes als leichtes Wölkchen abzusetzen.

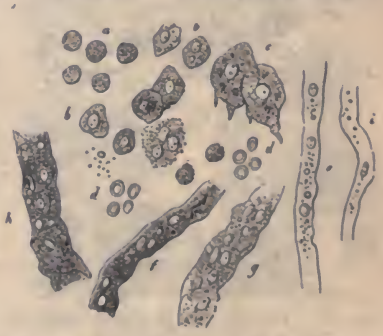


Fig. 301. Organisirte Harnbestandtheile. *a* Schleim- und Eiterzellen; *b* Drüsenzellen der Harnkanälchen, theils mit Fett erfüllt, theils im Zerfall begriffen; *c* Pflasterepithelien der Blase; *d* Blutzellen; *e, f, g, h, i* verschiedene Erscheinungsformen der Fibrinzylinder.

In Folge krankhafter Beschaffenheit der Harnwerkzeuge sowie der ausführenden Gänge können reichlichere Beimengungen von Gewebebestandtheilen im Urin erscheinen, welche in der unmittelbar entleerten Flüssigkeit Trübungen und Farbeveränderungen und beim Stehen Sedimentbildungen ergeben. Hierher zählen die pflasterförmigen Epithelien der Blase, Harnleiter und des Nierenbeckens, Eiter- und Schleimkörperchen, Blutzellen, Drüsenzellen der Harnkanälchen und sogenannte Exsudatzylinder der letzteren (Fig. 301). Dazu können parasitische Gebilde kommen.

Fast aller dieser Theile wurde schon früher gedacht. Eiter- und Schleimzellen (*a*) pflegen bei Blasenkatarrhen in ansehnlichster Menge im Harn aufzutreten;

in späteren Zeiten nur mit ganz spärlichen Beimengungen der Pflasterepithelien (*c*). Anfangs sind diese letzteren reichlicher, und gerade in der ersten Periode trifft man grössere Zellen, umgewandelte Epithelien, welche neben ihrem Kern eine Anzahl dieser Eiterkörperchen im Zellenkörper darbieten, so dass auch hier die epitheliale Entstehung jener Gebilde angenommen wurde, deren schon für andere Schleimhäute unter ähnlichen Vorgängen gedacht worden ist. — Blutkörperchen erscheinen kuglig gequollen in dem dünnflüssigen Medium des Harns (*d*), ausgeschwemmte Drüsenzellen der Harnkanälchen (*b*) unter verschiedenen Bildern.

Schon früher bei der Skizze der Bright'schen Krankheit haben wir der für dieses Leiden bezeichnenden Fibrin- oder Exsudatzylinder (*e—i*) gedacht. Bei der rasch verlaufenden Form der Krankheit kommt anfänglich meistens ein blutiger Harn vor. Derselbe setzt ein Sediment ab, worin neben gequollenen Blutzellen, Scheim- und Eiterkörperchen, sowie Epithelien des Nierenbeckens, der Ureteren und Blase (*c*) homogene Fibrinzylinder mit eingeschlossenen (bald zahlreichen, bald spärlichen) Blutzellen (*e*) erscheinen. Bisweilen enthalten dieselben Krystalle von Harnsäure oder oxalsaurem Kalk (*f*). In einer späteren Periode umschliessen jene Exsudatzylinder keine Blutzellen mehr, wohl aber Drüsenzellen der Harnkanälchen oder deren Trümmer (*h. g*). Ist das Epithel der Gänge zu Grunde gegangen, so kann man vollkommen glashellen, homogenen Exsudatzylindern (*i*) begegnen. Bei der langsam ablaufenden Form der uns beschäftigenden Krankheit vermisst man jene Beimengung der Blutkörperchen. Es erscheinen Schleimkörperchen, Drüsenzellen der Harnkanälchen (*b*) und in sehr verschiedener Beschaffenheit die Fibringerinnsel. Anfänglich sind dieselben mit den Drüsenzellen bedeckt, wenn das Exsudat in noch unversehrte Harnkanäle stattgefunden hatte. Ebenso kann auch in späterer Epoche, wenn in bis dahin intakten Gängen jene Exsudatzylinder entstanden waren, eine derartige Zellenbekleidung an letzteren getroffen werden. Hat dagegen der Faserstoffexguss Kanäle betroffen, welche das Epithelium früher eingebüsst haben, so können reine Fibrinzylinder oder nur mit einzelnen Fettkörnchen besetzte erscheinen; bei rascher Entleerung blasse, nach längerem Verweilen in den Harnkanälchen dunkler gerandete, gelblichere, welche nicht schnell nach Anwendung der Essigsäure erblassen. Hat eine stärkere fettige Degeneration der Drüsenzellen stattgefunden, so kommen derartige Zellen, ihre Trümmer oder Fettmoleküle an und in dem Zylinder vor (*f. g. h*). Geschrumpfte Zellen können ebenfalls im Faserstoffgerinnsel sich zeigen; und es vermag ein und derselbe Exsudatzylinder sogar nach verschiedenen Stellen different zu erscheinen.

Fig. 302. Krystalle und amorpher Niederschlag des harnsauren Natron.

Die Menge der Fibringerinnsel, einen Maassstab für die Ausdehnung des Prozesses in der Niere gebend, fällt sehr ungleich aus. Im Allgemeinen bilden jene Exsudatzylinder des Harns einen Ausdruck der Nierenveränderung; doch keinen genauen, da die Degeneration an verschiedenen Stellen einer und derselben Niere auf ungleichen Stufen getroffen werden, ferner Rezidive, d. h. ein lokales Wiederanheben des Vorganges, vorkommen können (Frerichs). Ueber die Untersuchungsweise bedarf es keiner weiteren Bemerkungen.

Unter den pflanzlichen Parisiten, welche im frisch entleerten Harn vorkommen, möge die uns vom Mageninhalt her (S. 257) bekannte Sarcina

erwähnt sein. Zufällige Beimengungen kann der Harn durch den Samen, sowie andere Absonderungsprodukte der männlichen und weiblichen Genitalschleimhäute erhalten.

Viel häufiger bildet unsere Flüssigkeit Bodensätze aus amorphen und krystallinischen Abscheidungen der in ihr gelösten organischen und anorganischen Mischungsbestandtheile. Es zählen hierher in erster Linie, als die verbreitetsten, die Niederschläge der Harnsäure, der harnsauren Salze, des oxalsauren Kalks und der phosphorsauren Ammoniakmagnesia. Ihnen gesellen sich andere seltenere hinzu.

Diese Niederschläge, welche uns hier nur in ihren Formverhältnissen angehen, sind theils durch die im entleerten Harn auftretenden Zersetzungserscheinungen, die saure und alkalische Gährung, bedingt und also konstante Vorkommnisse, theils von stärkerer Konzentration und veränderter Mischung abhängig und daher vereinzelte und vielfach pathologische Erscheinungen.

Jeder stärker konzentrirte menschliche Harn setzt beim Erkalten ein feinkörniges, gelbes oder ziegelfarbiges Sediment ab, welches bei der mikroskopischen Analyse kleine, dunkelgerandete gelbliche Moleküle zeigt, die in unregelmässigen Gruppen und Häufchen, zum Theil in dendritischen Figuren verbunden erscheinen (Fig. 302). Es ist dieses harnsaures Natron, beim Erwärmen löslich. In früherer Zeit sah man in ihm irrig eine Verbindung der Harnsäure mit Ammoniak. Die erwähnte Zeichnung zeigt in ihrem unteren Theile derartige Niederschläge des betreffenden harnsauren Salzes. Im oberen Theile erblicken wir entwickelte Krystalle, die aus einem vor längerer Zeit entleerten Harne abstammen, in welchem die saure Gährung abgelaufen war und die alkalische begonnen hatte. Einige Krystalle des oxalsauren Kalkes erscheinen unter dem molekulären Sedimente.

In Gichtkonkrementen kommt ebenfalls das harnsaure Natronsalz vor.

Harn, welcher nach der Entleerung eine Zeit lang der atmosphärischen Luft ausgesetzt worden ist, erleidet zunächst, einige Tage (mitunter Wochen) hindurch, eine saure Gährung, wobei sich Milch- und Essigsäure bilden, und die saure

Fig. 303. Krystalle der Harnsäure bei der sauren Gährung des Harns.

Fig. 304. Krystalle der Harnsäure künstlich ausgefällt.

Reaktion zunimmt. Bei fieberhaften Krankheiten pflegt jener Gährungsprozess rasch einzutreten. In Folge desselben werden die harnsauren Salze (harnsaures Natron) zersetzt, und die schwerlösliche Harnsäure scheidet sich aus, einen röthlichen Bodensatz bildend.

Die Krystalle derselben, welche hierbei entstehen, zeigt unsere Fig. 303. Von dem Harnpigment gefärbt, erkennt man gewöhnlich rhombische Tafeln mit abgerundeten stumpfen Winkeln, wie sie nach unten und rechts in der Zeichnung

wiedergegeben sind. Man hat für sie den Namen der »Wetzsteinform«. Durch Vereinigung derselben entstehen jene Drusen, welche die obere Hälfte der rechten Seite zeigt. Von der Seite betrachtet bieten jene Wetzsteine manchmal tonnenartige Bilder dar. Bei langsamem Ausfallen vermag die Harnsäure (Fig. 303 nach links) Drusen vierseitiger Prismen mit geraden Endflächen zu bilden, welche an diejenigen des harnsauren Natron erinnern.

Dass dieses jedoch nicht die einzigen Krystallformen der Harnsäure sind, dass dieselbe vielmehr den grössten Wechsel darbietet, ist bekannt.

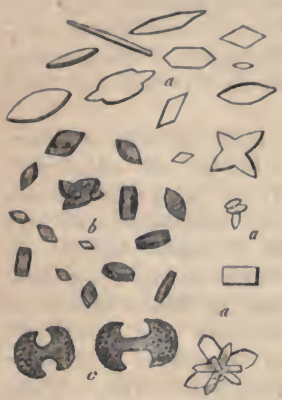


Fig. 305. Harnsaure in ihren verschiedenartigen Krystallformen. Bei *a a a* Krystalle, wie sie bei Zersetzung harnsaurer Salze erhalten werden; bei *b* Krystallisationen der Harnsäure aus dem menschlichen Harne; bei *c* sogenannte Dumb-bells.

Fällt man durch Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure aus dem frischen Harn die uns beschäftigende Säure aus, so entstehen tingirt grosse, oft sonderbare Krystallformen, von welchen unsere Fig. 304 einige darstellt. Wiederum andere Gestaltungen gewinnt man, wenn man die reine Harnsäure ausscheidet (man löst sie in Kalilauge auf, und zerlegt durch Salzsäure das Kalisalz). Es entstehen dann die Bilder *a* unserer Fig. 305.

Abortive Gestalten der Harnsäurekrystalle bilden dann jene sonberbaren Massen der Fig. *c*. Man hat sie »Dumb-bells« genannt. Ihr Bild ist theils dasjenige eines Trommelschlägels, theils der Handeln, welcher sich die Turner bedienen. Sie erscheinen bald natürlich im Harn, bald künstlich durch Zersetzung des harnsauren Kali.

Die so wunderbar wechselnden Gestalten, in welchen uns der Harnsäurekrystall entgegentritt, machen dem Mikroskopiker die chemische Prüfung unter seinem Instrumente zuweilen sehr wünschbar. Diese ist nun eine sehr leichte. Durch Zugabe einiger Tropfen Kalilösung löst man die in Frage kommenden Krystalle auf, um sie dann durch Beifügung von Salzsäure frisch in den gewöhnlichen Krystallformen (Fig. 305, *a*) abzuschneiden.

Fig. 306. Krystalle des oxalsauren Kalkes.

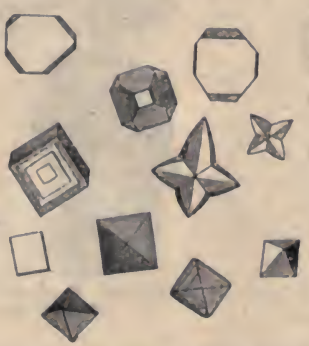


Fig. 307. Verschiedene Krystallformen des Kochsalzes, meistens aus thierischen Flüssigkeiten.

Fig. 308. [Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia.

Die saure Gährung führt nicht selten auch zur Abscheidung von Krystallen des oxalsauren Kalkes, der bekannten Oktaëder, welche unsere Fig. 306 zeigt. Unter welchen Verhältnissen diese Verbindung hier entsteht, ist noch nicht festgestellt. Sie können im Uebrigen auch im neutralen und alkalischen Harn

vorkommen, sowie Bestandtheile pathologischer Sedimente bilden. Auch Kochsalz (Fig. 307) nimmt bei Gegenwart von Harnstoff die Gestalt von Oktaëdern an. Niemals aber bei seiner Leichtlöslichkeit krystallisirt es aus flüssigem Harn. Zu seiner Darstellung muss man den Tropfen Flüssigkeit verdunsten lassen.

Als Zeichen der sauren Gährung treten zahlreiche kleine Gährungspilze im Harn auf. Sie erinnern ganz an den Bierhefepilz (Cryptococcus cerevisiae), sind aber kleiner. Vergl. Fig. 310 (rechts und unten).

Bleibt der entleerte Harn längere Zeit stehen, so kommt es zur Fäulniss und zur neutralen und darauf folgend der alkalischen Beschaffenheit der Flüssigkeit, hervorgerufen durch die Zerspaltung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak.

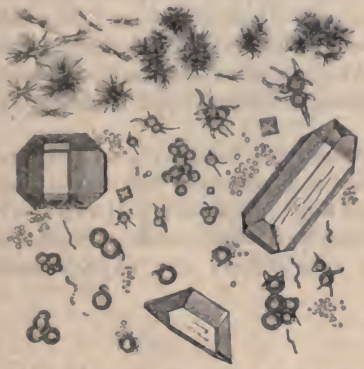


Fig. 309. Ausscheidungsformen des harnsauren Ammoniak aus alkalischem Harn neben Krystallen des oxalsauren Kalks und der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia.

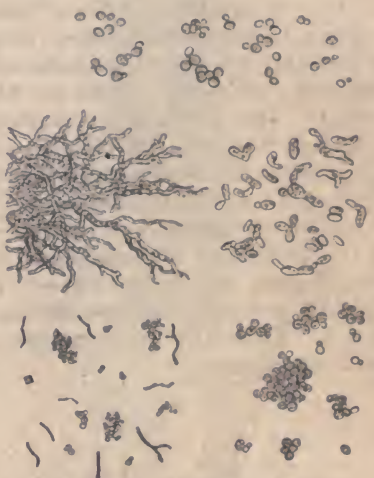


Fig. 310. Gährungs-, Schimmel- und Vibrionenbildung im Harn.

Hierbei entfärbt sich der Harn etwas; die früheren Sedimente verschwinden, er wird mehr und mehr übelriechend, trübt sich, an seiner Oberfläche entsteht ein weissliches Häutchen, und am Boden setzt sich ein gleichfarbiges Sediment ab. Dieses besteht aus den bekannten Krystallen der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia (Fig. 308). Ebenso zeigen sich die Abscheidungen des harnsauren Ammoniak. Dasselbe besteht aus stark konturirten, oft ganz dunklen Kugeln, welche vielfach mit feinen Spitzen besetzt sind, und so an Morgensterne erinnern, oder auch keulige, geknickte Ansätze tragen, und dadurch ein den Knochenzellen ähnliches Ansehen darbieten können. Auch feinen nadelförmigen Massen kann man begegnen. Fig. 309 stellt neben Krystallen des oxalsauren Kalkes und der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia diese Verhältnisse dar.

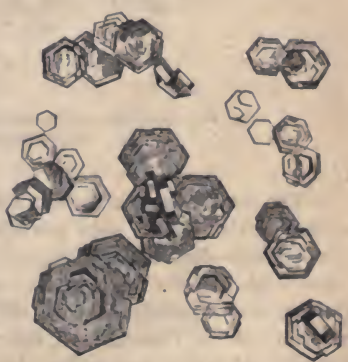


Fig. 311. Krystalle des Cystin.

Ebenso verschwindet der Gährungspilz des sauren Harns, und an seiner Stelle erscheinen die Elemente des Schimmels und zahlreiche Konfervenbildungen. Reichlichere feinkörnige Masse, Vibrionen stellen sich ebenfalls ein. Unsere Fig. 310 kann in ihrem mittleren Theile derartige Schimmelbildungen versinnlichen, während nach links und unten Vibrionen gezeichnet sind. Den oberen

Theil nehmen die Pilze des Cryptococcus cerevisiae aus der Bierhefe ein, die rechte untere Ecke die Gährungspilze des diabetischen Harns.

Zur alkalischen Harngewährung kann es abnormer Weise schon sehr bald in einer entleerten Flüssigkeit kommen. Ebenso zerfällt durch die fermentirende Wirkung des Schleims und Eiters der Blase ein hier zurückgehaltener Urin in kohlensaures Ammoniak, und vermag so alkalisch entleert zu werden. Die im oberen Theil von Fig. 309 gezeichneten nadelförmigen Gruppen des harnsauren Ammoniak stammen aus einem derartigen Harn einer Blasenlähmung.

Seltene Vorkommnisse sind spontane Niederschläge anderer Stoffe. In einigen Fällen nur hat man Krystalle des Cystin im menschlichen Urin angetroffen, jene leicht erkennbaren, zierlichen sechsseitigen Tafeln, wie sie Fig. 311 darstellt.

Auf früheren Blättern dieses Buches wurde des merkwürdigen, mit dem Namen der gelben Leberatrophie belegten, raschen Zerfalls der Leberzellen gedacht (S. 279), und bemerkt, wie jener Untergang reichliche Mengen von Leucin und Tyrosin herbeiführt. Dieselben, durch die Niere abgeschieden, erscheinen im Urin solcher Kranken. Man hat in dem abgesetzten Harnsedimente bräunliche kuglige Drusen des Tyrosin bemerkt. Ein Tropfen, auf der mikroskopischen Glasplatte verdunstet, zeigt gelbliche Tyrosindrusen, eingebettet zwischen hautartigen und kugligen Ausscheidungen von Leucin (Frerichs).

Unter den übrigen erst in Folge weiterer chemischer Prozeduren zu gewinnenden krystallinischen Abscheidungen von Harnbestandtheilen sei hier nur noch der Krystallformen des an Salpeter- und Oxalsäure gebundenen Harnstoffs (Fig. 312) gedacht. Ihre Herstellung, ebenso das Vorkommen anderer Stoffe, wie Sarkin, Xanthin etc., müssen wir den Lehrbüchern der physiologischen Chemie überlassen.

Fig. 312. Krystalle der Verbindungen des Harnstoffs mit Salpetersäure und Oxalsäure. *a a* Salpetersaurer Harnstoff, *b b* Oxalsaurer.

Die anatomischen Untersuchungsmethoden der verschiedenen Bodensätze des Urins sind sehr einfacher Natur. Nach einigem Stehen giesst man aus dem Gefässe die klare Flüssigkeit ab, und bringt den Rest in ein Uhrgläschen, Glaskästchen oder Becherglas, aus welchem man mit einem Glasstab oder einer Pipette einen Tropfen auf die mikroskopische Glasplatte überträgt. Zweckmässig ist eine kleine Bürette mit Kautschukröhre und Quetschhahn nach Art der beim Titriren üblichen grösseren (Fig 79, 1, S. 86), mit einem feinen Glasröhrchen zum Auslaufen. Man füllt den Bodensatz oder den noch klaren Harn, welcher ein Sediment bilden soll, in die Bürette ein, und lässt durch Oeffnen des Quetschhahns die Tropfen auf den Objektträger abströmen.

Was die Bewahrung von Harnsedimenten in Form der Sammlungsobjekte betrifft, so sind die aus Gewebebestandtheilen bestehenden nicht wohl einer andauernden Erhaltung fähig. Krystallinische Sedimente dagegen lässt man in einem Tropfen auf der mikroskopischen Glasplatte verdunsten, und schliesst sie in Kanadabalsam oder einen anderen harzigen Körper ein.

Zum Schlusse dieses Abschnittes möge mit einigen Worten noch der Nebennieren gedacht sein. Diese in früher Fötalzeit merkwürdig entwickelten Organe

Fig. 313. Rinde der menschlichen Nebenniere im Vertikalschnitt. *a* kleinere, *b* grössere Drüsenzylinder; *c* Kapsel.

Fig. 314. Rinde der menschlichen Nebenniere stärker vergrössert. *a* Drüsenzylinder; *b* interstitielles Bindegewebe.

kommen beim Erwachsenen wohl in weniger lebenskräftigem Zustande und vielfach sehr fettreich vor. Sie zeigen bekanntlich eine festere, röthlich gelbe Rinde (Fig. 313), welche beim Menschen noch eine schmale, dunklere und nach dem Tode nicht selten zerfliessende Innenzone erkennen lässt, und eine weichere grauröthliche Markmasse. Erstere (Fig. 314) besteht aus demselben bindegewebigen Stroma (*b*), dessen wir schon für Hirnanhang und Schilddrüse gedacht haben, und welches sich von der Kapsel aus in radienartigen Zügen nach einwärts fortsetzt. In ihm finden sich zahlreiche Hohlräume, nach aussen (Fig. 313, *a*) immer kleiner und kürzer, in der Mitte länglich und zylindrisch (*b*). Ihr Inhalt ist eine körnerreiche Zelle in verschiedener Zahl. In der Markmasse kommt ein weit feineres bindegewebiges Stroma vor, welches querovale Hohlräume eingrenzt, die mit variablen, aber fettarmen Zellen erfüllt sind. Letztere, nicht aber die zelligen Elemente der Rinde, bräunen sich, wie Henle fand, in auffallender Weise bei der Einwirkung des doppelchromsauren Kali. Die Marksubstanz ist bei gewissen Säugethieren an ganglienzellenführenden Nervengeflechten sehr reich, wie denn auch eine Beziehung unseres Organs zum embryonalen Sympathikus behauptet worden ist. Auch die Menge der Blutgefässe erscheint sehr ansehnlich. Zierliche, aus zahlreichen kleineren Arterienzweigen von der Kapsel her gebildete feine Kapillaren umstricken die Hohlräume der Rinde, und gehen in ein sehr entwickeltes, aber weitere Röhren zeigendes venöses Gefässnetz über, welches das Bindegewebe des Marks durchzieht, und in die mächtige, im Innern des Organs gelegene einfache oder doppelte Vene leitet. Auffallend ist die dünnwandige Natur dieser Gefässe (von Brunn). Die Lymphgefässe erfordern genauere Untersuchungen; die Einstichsmethode hat mir bis-

her keine Resultate ergeben, während die Blutgefässe, z. B. beim Kalb, sowohl von der Arterie als Vene aus, leicht gefüllt werden können. Sehr hübsche Injektionen gewinnt man beim Meerschweinchen, sowie der Ratte durch die Aorta und untere Hohlvene.

Zur Untersuchung wählt man die Nebennieren neugeborner, überhaupt ganz junger Thiere, auch von Embryonen aus den späteren Perioden des Fruchtlebens.

Man kann schon an Schnitten frischer Organe unter Beihülfe von Säuren und Alkalien einzelnes erkennen. Bei weitem bessere Ansichten ergeben in Chromsäure, Müller'scher Flüssigkeit oder absolutem Alkohol erhärtete Nebennieren unter Beihülfe des Pinsels und der Tinktion. Zum Studium der Nerven dient das frische Organ unter Zusatz der Alkalien oder Osmiumsäure, oder in verdünnte Essigsäure und Holzessig, sowie in dünne Chromsäure eingelegte Präparate. Man schliesst durch absoluten Alkohol entwässerte Schnitte in Kanadabalsam und ähnliche harzige Stoffe oder feuchte Objekte in Glycerin ein.

Einundzwanzigster Abschnitt.

Geschlechtswerkzeuge.

Unter den weiblichen Generationsorganen sind Eierstöcke, Fruchthälter und Milchdrüsen die wichtigsten.

Der Eierstock (Fig. 315) zeigt bekanntlich eingebettet in festem bindegewebigem Gerüste oder Stroma die das primitive Ei beherbergenden rundlichen geschlossenen Drüsenkapseln (*b. c*).

Diese Eier werden durch Platzen jener Kapsel oder des Graaf'schen Follikels frei, und zwar beim menschlichen Weibe in vierwöchentlichen, der Menstruation entsprechenden Zeiträumen, beim Säugethier in der Brunstperiode. Der Follikel selbst geht durch eine Bindegewebebildung vernarbend zu Grunde. In dieser Umwandlung stellt er das sogenannte Corpus luteum dar (*d. e*).

Will man sich eine erste Anschauung des Eies (Fig. 316 und 317, *a*), dieser schönsten Zellenformation des Körpers, verschaffen, so verwende man das Ovarium eben getödteter Säugethiere. Die grösseren Graaf'schen Follikel (Fig. 317) lassen sich leicht durch eine gekrümmte Scheere aus dem Stroma ausschneiden, und auf der mikroskopischen Glasplatte eröffnen. In dem ausfliessenden, schwach getrübten Inhalt entdeckt ein scharfes Auge schon ohne weitere Hülfsmittel das Ei als ein kleines weissliches Pünktchen, während weniger gute Sehwerkzeuge zur Auffindung der Lupe oder einer ganz schwachen Mikroskopvergrösserung bedürfen. Den anhängenden, oft dicken Ueberzug des Follikelepithelium (Fig. 316, 2, *c*, Fig. 317, *b*) entfernt man durch eine Staarnadel, und zum Bedecken verwendet man mit der Zwischenlage eines Stückchens menschlichen Haars ein sehr dünnes leichtes Deckgläschen. Die Zellenkapsel, Zona pellucida (Fig. 316, 1. *a*. 2. *a*), der Inhalt, Dotter (1. *b*. 2. *b*) und das Kernkörperchen, der sogenannte Keimfleck (*d*), werden leicht sichtbar; einige Mühe kann dagegen die Erkennung der feinen Kontour des Keimbläschens, des Kerns (1. *c*) verursachen.

Man bediene sich hierzu 3—100facher Vergrösserungen. Ein vorsichtiger Druck auf das Deckgläschen mit der Nadelspitze, während der Beobachter durch das Instrument blickt, wird dann die dicke Eihülle zum Einreissen bringen (1. *a*),

und die Beschaffenheit der ausfliessenden Dottermasse (*b*. *b**) sowie des Keimbläschens mit dem Keimfleck zu erkennen gestatten.

Fig. 315. Der Eierstock. *a* Das Stroma; *b* kleinere Graaf'sche Follikel, *c* ein grosser; *d* ein frischer gelber Körper mit der gewucherten Zellenschicht der Innenfläche*; *e* ein altes Corpus luteum; *g* Venen mit ihrer Verästelung *f* im Organ.

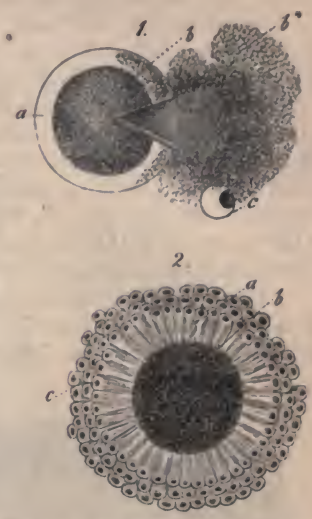


Fig. 316. Das Säugethierei. 1. Ein solches, welches durch einen Riss der Eihülle *a* den Dotter *b* theilweise austreten lässt *b**; *c* das hervorgetriebene Keimbläschen mit Keimfleck *d*. 2. Ein reifes Ei, bedeckt von den strahlig geordneten Epithelialzellen *c*, mit dem Chorion *a* und dem Dotter *b*.

Beim menschlichen Weibe wähle man möglichst frische Eierstöcke jugendlicher, am besten plötzlich gestorbener Individuen. Personen, welche lange Zeit krank lagen, solche von mehr vorgerücktem Alter zeigen oftmals keine Eier mit Deutlichkeit mehr.

Scheut man die Mühe des Ausschälens der Graaf'schen Follikel, namentlich der freilich winzigen unserer kleinsten Säugethiere, so kann man mit Abschaben

Fig. 317. Reifer Follikel. *a* Ei; Epitheliallage, dasselbe umhüllend *b* und den Innenraum auskleidend *c*; *d* bindegewebige Wand; *e* Aussenfläche des Follikels.

des durchschnittenen Eierstocks das Ovulum allerdings auch erhalten. Eine indifferente Zusatzflüssigkeit wird hier erforderlich.

Junge möglichst kleine Follikel, sorgfältig aus dem Stroma gelöst, können bei schwächeren Vergrösserungen in ihrer Totalität durchmustert werden, und zeigen so das Eichen, das Epithelium und die Wandung der Drüsenkapsel.

Auch zur ersten Orientirung über die Beschaffenheit der Gerüstesubstanz, so wie der beim gelben Körper vorkommenden Zellenveränderungen kann die Untersuchung der frischen Ovarien genügen.

Handelt es sich dagegen um eine genauere Analyse des Eierstocks, so hat man das frische Organ zu erhärten. Hier kommen, wenn man absieht von der Gefrierungsmethode, die gewöhnlichen Flüssigkeiten zur Verwendung, unter welchen ich dem absoluten Alkohol und chromsauren Kali die erste Stelle ertheilen möchte. Ebenso soll die Injektion der Blutbahn, wenn möglich, vorhergehen. Tinktionen mit Hämatoxylin oder Karmin, und in letzterem Falle gewöhnlich mit Abwaschen in essigsaurem Wasser, ergeben fernere treffliche Hülfsmittel.

Das bindegewebige Gerüste bildet nach einwärts einen an Blut und Lymphgefässen gewaltig reichen Kern des Organes, äusserlich ein gefässfreies Fachwerk, in dessen kleineren und grösseren Hohlräumen die Eier enthalten sind. In seiner

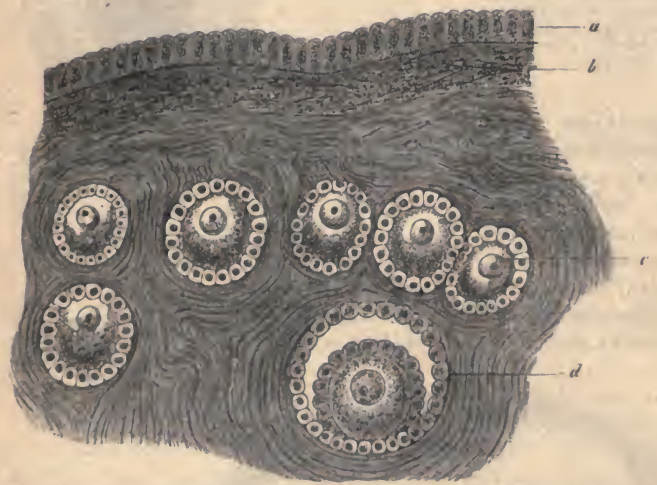


Fig. 318. Eierstock des Kaninchens. *a* Epithel (Serosa); *b* Rinden- oder äussere Faserlage; *c* jüngste Follikel; *d* ein etwas weiter ausgebildeter älterer.

Fig. 319. Jüngste Follikel aus dem Eierstock des Kaninchens. Bei 1 ist das Ovulum *a* noch ohne Zona pellucida; bei 2 beginnt dieselbe um das Ei *a*.

Aussenlage erscheinen die jüngsten der letzteren in ausserordentlicher Menge. Es ist dieses (Fig. 318, *c. d*) die »Zone der primordialen Follikel«. Hier liegen jene unreifsten Eier, schöne hüllenlose Zellen, umgeben von einem Kranze kleiner epitheliumartiger Elemente (Fig. 319, 1). Bald zeigt das heranwachsende Ovulum (2) letztere Zellen in gedoppelter Lage, und an ihm selbst gewahrt man eine Kapsel, die Zona pellucida (2. *a*). Später bildet sich durch Auseinanderweichen jenes Follikelepithel ein Hohlraum (Fig. 318, *d*), und zuletzt erhalten wir das Fig. 317 gezeichnete Bild des reifen Follikels. Letztere kommen nur in beschränkter Anzahl dem Ovarium zu. Ihre Wand ist eine bindegewebige. Eine innere Lage (*d*) zeigt ein ausserordentlich reiches Haargefässnetz, während in einer äusseren Schicht stärkere Gefässe enthalten sind. Fügen wir noch als bindegewebige Grenzschicht des Organes die Lage *b* unserer Zeichnung 318 hinzu, und bemerken wir endlich, dass eine Schicht zylindrischer Zellen, das Eierstocks- oder Keimepithel (*a*), die Oberfläche deckt, so haben wir in kurzen Zügen eine Uebersicht der Ovariumstruktur.

Feine Durchschnitte des gehärteten Eierstocks zeigen unschwer diese Verhältnisse. Fällt die Schnittebene günstig, so kann man auch in grossen Follikeln

noch das Eichen erblicken, eingebettet in der (sehr häufig nach innen gelegenen) verdickten Epithelialschichtung der ersteren. Mitunter gelingt es an stark erhärteten Ovarien, durch eine sehr scharfe Klinge so feine Schnitte kleinerer Follikel zu gewinnen, dass das Eichen ebenfalls im Durchschnitt sich zeigt; bisweilen nach Verlust von Dotter und Kern nur die Zona.

Sehr wichtige Angaben über die Bildung der Graaf'schen Follikel haben wir in neuerer Zeit durch Pflüger erhalten, welche ältere, aber nicht weiter beachtete Beobachtungen von Valentin und Billroth bewahrheiteten, und eine interessante Parallele zwischen Hoden und Eierstock ergaben. Andere Beobachter haben später bestätigt, und Waldeyer hat eine schöne Monographie geliefert. Hiernach besteht der Eierstock ursprünglich aus gewöhnlich länglichen, mitunter aber auch ganz unregelmässig gestalteten Zellenansammlungen, den Follikelketten oder Eisträngen (Fig. 320). In diesen primordialen Follikelanlagen entstehen die Eier, und von ihnen schnüren sich die Follikel ab, welche noch in Reihen mit einander zusammenhängend grösser werden können (Pflüger's »Follikelketten«). Die ganze Bildung aber ist, wenn auch möglicherweise im späteren Leben sich wiederholend, doch eine sehr vergängliche, und darum auch so lange übersehen worden. Junge Kätzchen in den ersten Wochen ihres Lebens sind hier zu empfehlen, als Flüssigkeiten schwächere Lösungen von chromsaurem Kali oder die Müller'sche Augenflüssigkeit. Eine

Fig. 320. Follikelketten aus dem Eierstock des Kalbes. 1 mit in Bildung begriffenen Eiern. 2 bei *a* Abschnürung zum Graaf'schen Bläschen zeigend.

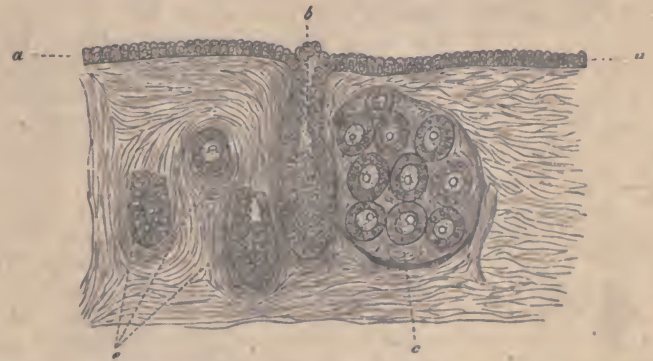


Fig. 321. Aus dem Ovarium einer jungen Hündin nach Waldeyer. *a* Keimepithel; *b* Ovarialschlauch; *c* dieselben in schrägen und queren Schnitten; *c* eine traubige Gruppe junger Follikel.

Lage freier Eizellen, welche man dicht unter der Oberfläche des Eierstocks beobachtet haben wollte (Schrön, Grohe), existirt nicht, da die jene Eichen umgebenden kleinen Zellen der sogenannten Formatio granulosa durch die Wirkung der Reagentien (des Alkohol und stärkerer Chromsäure) zerstört waren.

Woher aber stammen jene Eistränge und die in ihnen enthaltenen Eichen?

Das eigenthümliche Eierstocksepithel (Fig. 321, *a*), dessen wir früher gedachten, treibt zapfenartige Einwucherungen (*b*) in jene Rindenschicht des Organes. Einzelne jener Zellen des Zapfens werden zu Eiern, und durch Abtrennung vom epithelialen Mutterboden entsteht der Eistrang.

Der seiner Reife entgegen gehende Graaf'sche Follikel gelangt zur Oberfläche des Organs, so dass er schliesslich, vollkommen herangereift, nur von einer dünnen Faserschicht der Albuginea noch bedeckt wird.

Dass in Folge gesteigerter Blutfülle der Follikelwandung die Flüssigkeitsansammlung in einem Graaf'schen Bläschen grösser und grösser sich gestaltet, und schon so ein Zerplatzen des letzteren, natürlich an der Stelle des geringsten Widerstandes, d. h. an der Oberfläche des Ovarium, eintreten kann, ist bekannt.

Indessen jenes Zerspringen der Follikelwandung, welches das Ovulum befreit, und ihm die weitere Entwicklung ermöglicht, wird noch durch einen anderen Vorgang, eine Zellenwucherung im Grunde und an den Seitenwandungen des Follikels, befördert.

Ein kürzlich geplatzter Follikel des Weibes bietet uns zuweilen einen Klumpen geronnenen Blutes (aus den durchrissenen Wandungsgefässen herrührend) dar, stets aber jene Lage einer gefalteten, durch ihren Fettgehalt gelblich erscheinenden Masse. Unsere Fig. 315 zeigt bei *d** diese wuchernde Lage, welche theils aus Abkömmlingen des Kapselepithelium, vorwiegend aber aus den Zellen der inneren Wandungsschicht bestehen dürfte, welche in dieser Zeit auch zahlreiche emigrirte Lymphoidzellen enthält (Waldeyer). Während ein Theil jener Zellen durch Fettdegeneration zu Grunde geht, erhält sich in andern ein reger Bildungsprozess, in Folge dessen es zu einem gefässreichen jungen Bindegewebe kommt, welches den Innenraum mehr und mehr verkleinert und die Follikelhöhle nicht allein vollständig erfüllt, sondern noch eine ansehnliche Ueberwucherung ergiebt. Ein reichhaltiges zierliches Blutgefässnetz weist in dieser Zeit die Injektion im gelben Körper nach. Wir empfehlen zu diesem leicht anstellbaren Versuche das Ovarium des Schweins, bei welchem auch Eileiter und Fruchthälter sehr schöne Objekte liefern.

Hiermit hat die progressive Metamorphose ihre Höhe erreicht. Die junge bindegewebige Ausfüllungsmasse schrumpft (wahrscheinlich unter einer gleichzeitigen Gefässverödung) mehr ein, das Gewebe wird ein festeres, narbenähnlicheres. Noch längere Zeit hindurch sieht man solche Reste des gelben Körpers. Der ganze Prozess verläuft indessen bei dem durch eine gewöhnliche Menstruation entstandenen Corpus luteum viel rascher als bei einem solchen, wo das ausgetretene Ei befruchtet worden ist. Man hat darauf hin zweierlei Formen des gelben Körpers aufstellen wollen.

Fig. 322. Hämatoidinkrystalle.

In dem zurückgebliebenen Rest des Blutgerinnsels entstehen die Krystallisationen des Hämatoidin, deren wir schon früher gedacht haben (Fig. 322).

Unter den pathologischen Vorkommnissen sind Kystenbildungen, wie der praktische Arzt weiss, in den menschlichen Eierstöcken ausserordentlich häufig. Ein Theil derselben — und zwar der grössere — entspricht sicher hydropisch ausgedehnten Graaf'schen Bläschen. Andere jener Bildungen entstehen dagegen durch eine Wucherung des Ovariumstroma. Aus bindegewebiger Masse bildet sich die Wand und aus kolloid-entartenden zusammenfliessenden Zellen der schleimige Inhalt. Solche Gebilde können in Unzahl mit sehr geringen Dimensionen in einem Eierstock getroffen werden; man kann einer Anzahl grösserer begegnen, oder eins zu riesenhaftem Ausmaass ausgewachsen finden. Die merkwürdigste Form der

Eierstockskysten ist aber diejenige, wo ein Theil der Wandung die Struktur der Lederhaut mit Papillen, Haarbälgen, Talg- und Schweissdrüsen gewonnen hat, und Haare, mitunter zu langen Bündeln vereinigt, getroffen werden (Dermoidkysten). Selbst Zähne, Knochenstücke, hyaliner Knorpel können in derartigen Kysten gefunden werden. Der übrige Inhalt bildet eine breiige, aus abgestossenen Plattenepithelien, Fettmolekülen, Cholestearinkrystallen bestehende Masse. (Auch in andern Organen, z. B. in der Lunge, hat man ähnliche Kapseln mit so auffallendem Inhalte beobachtet.) Eine Erklärung der merkwürdigen Produktion ist zur Zeit unmöglich.

Man untersucht den Inhalt im frischen Zustande, Knochen und Zähne nach Art der normalen Gebilde, die Wand an durch Alkohol erhärteten Objekten.

Ovariumpräparate kann man, tingirt und durch Alkohol entwässert, sehr zweckmässig in harzige Massen einschliessen; sonst wähle man verdünntes Glycerin.

Was die ausführenden Gänge, die Eileiter betrifft, so werden dieselben nach Art anderer grossen Drüsenkanäle in ihrer Schleimhaut. Muskelschicht und serösen Lage untersucht. Das Flimmerepithelium erfordert ganz frische Objekte, das Uebrige erhärtete Präparate. Zur Untersuchung der vielfach recht komplizirten Schleimhautfalten wähle man vorher injizirte Organe.

Der Fruchthälter oder Uterus besitzt gleichfalls eine von Flimmerzellen gebildete Epithelialschicht und eine schlauchförmige Drüsen führende Schleimhaut. Diese von zylindrischen Wimperzellen ausgekleideten Schläuche beobachtet man an frischen weiblichen Säugethieren theils unmittelbar, theils nach vorheriger Erhärtung mittelst vertikaler und horizontaler Schnitte. Zur Beobachtung der Flimmerepithel zerzupfe man kleine Stückchen des ganz frischen Uterus in Iodserum (S. 71), Humor aqueus oder einer 1 %igen Kochsalzlösung (Lott). Beim menschlichen Weibe zeigen sich die Uterindrüsen besonders schön während der Menstruation oder in dem ersten Schwangerschaftsmonate.

Die Volumenzunahme des Fruchthälters während der Schwangerschaft tritt uns vorzüglich in seiner aus kontraktilen Faserzellen bestehenden Muskulatur entgegen. Einmal sehen wir ein Auswachsen jener Elemente, zum Theil zu Gebilden von riesenhafter Länge. Schon hierdurch wird die Massenhaftigkeit der Muskulatur bedeutend zunehmen müssen. Daneben findet (obgleich in ihren Einzelheiten noch nicht aufgeklärt) auch eine Neubildung derartiger Muskelzellen statt, namentlich in der ersten Schwangerschaftshälfte. Auch die Schleimhaut nimmt beträchtlich zu, zeigt sich in ihrer Verbindung mit der Muskelschicht gelockert, und stellt die Decidua des Eies her.

Nach der Geburt kehren die kontraktilen Faserzellen zu geringerer Länge zurück: ein Theil derselben geht indessen auch zweifelsohne durch eine Fettdegeneration zu Grunde. Zahlreiche Einlagerungen kleiner Fettmoleküle in den Faserzellen während jener Periode sind ohnehin eine ganz verbreitete Erscheinung.

Die Reste der Schleimhaut werden dann im Wochenbette durch das Lochialsekret abgestossen. Wie sich die neue Uterinschleimhaut herstellt, bedarf genauerer Untersuchungen.

Die energische wuchernde Vegetation, der rege Wechsel der Formbestandtheile, welchen der Uterus unter physiologischen Verhältnissen darbietet, machen sich auch auf pathologischem Gebiete geltend, und führen die so häufigen Neubildungen herbei, unter welchen die sogenannten Fibroide, harte Fasergeschwülste, die verbreitetsten sind. Dieselben bestehen bald ausschliesslich, bald gemengt mit kontraktilen Faserzellen, aus fibrillärem, von Blutgefässen durchzogenem Bindegewebe, mitunter aber auch fast gänzlich aus glatter Muskulatur. Sie verdrängen das normale Gewebe im Verhältniss ihres Wachsthums. Hängen sie mit der Wand des Organs durch einen Stiel zusammen, so heissen sie Uterinpolypen. Ihre Untersuchung geschieht nach den für das entwickelte Bindegewebe gelieferten Vorschriften.

Krebsgeschwülste des Fruchthälters bilden bekanntlich ebenfalls häufige Vorkommnisse. Sie erscheinen vielfach in der Form des Epithelialkrebses.

Das Untersuchungsverfahren des Uterus, der Scheide und der äusseren Genitalien können wir übergehen. Die Hülfsmittel sind zum Theil dieselben, welche wir oben für Schleimhäute und glatte Muskeln schon besprochen haben, zum Theil diejenigen der Haut, von welchen der folgende Abschnitt zu handeln hat. Nur erwähnt sei hier noch, dass man für die Uterinmuskulatur empfohlen hat ein Kochen des Uterus während ein paar Minuten und ein sich anschliessendes Einlegen in kohlensaures Kali, ferner die Holzessigmazeration und die Anwendung des Alkohol mit nachherigem Trocknen, wonach dünne Schnitte dann der 20%igen Salpetersäure unterworfen werden.

Sammlungspräparate des Fruchthältergewebes und der Textur der äusseren Genitalien werden nach den für die Mukosen, die Haut und die Muskulatur zur Zeit üblichen Methoden angefertigt.

Was das schleimige Sekret der weiblichen Genitalien betrifft, so stammt dieses vorwiegend einmal aus dem Cervix uteri, dessen Mukosa zahlreiche Gruben oder Schleimbälge führt, und dann von der drüsenlosen Vaginalschleimhaut her. Ersteres besitzt eine alkalische Reaktion, erscheint glashell, zäh und klebrig, und führt zahlreiche Schleimkörperchen neben sparsamen Plattenepithelien. In Berührung mit dem saueren Vaginalschleim trübt es sich. Letzterer ist bei gesunden jungfräulichen Körpern ausser der Menstrualperiode nur sparsam vorhanden, eine fast wasserhelle flüssige Masse; bei Blennorrhöen der Genitalschleimhaut, ebenso bei Hochschwangeren, nimmt seine Menge zu, und der Scheidenschleim wird trüb, milch- oder eiterähnlich. Die Formbestandtheile des Vaginalsekretes, welche das Mikroskop in einer mit der Konsistenz und Trübung zunehmenden Menge zeigt, sind wiederum Schleimkörperchen und Plattenepithelien.

Neben einigen pflanzlichen Parasiten, wie beispielsweise Oidium albicans (S. 252) kommt im Scheidenschleime von nicht schwangeren Personen, namentlich aber bei Schwangeren, und ebenfalls auch bei Wöchnerinnen ein interessanter thierischer Parasit, die von Donné entdeckte Trichomonas vaginalis vor, ein mit Geisselfäden und Wimperhaaren versehenes Infusorium, welches sich im unvermischten Schleim lebhaft, ganz träge dagegen in dem mit Wasser versetzten bewegt. Im völlig normalen Sekret der Scheide nicht schwangerer Weiber scheint das Infusionsthierchen übrigens zu fehlen (Kölliker und Scanzoni).

Man hat zur Gewinnung der betreffenden Sekrete sich eines Spekulum zu bedienen. Der Scheidenschleim kann durch Abschaben mittelst eines Spatels erhalten werden. Schwierig wird es, den Schleim des Cervix unvermischt mit Scheidensekret zu bekommen. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Trichomonas vermeide man natürlich Wasserzusatz.

Das Menstrualblut, aus den zerrissenen Kapillaren der Uterinschleimhaut stammend, hat (vielleicht durch Beimischung von Schleimhautsekreten) in der Regel seine Gerinnungsfähigkeit eingebüsst. Es zeigt neben den Blutzellen zahlreiche kuglige granulirte Gebilde, Schleimkörperchen, sowie abgestossene, der Wimperhaare beraubte Flimmerzellen. Stärkere Abtrennungen können Fetzen oder zusammenhängende Massen der Uterinschleimhaut betreffen, so dass man von einer förmlichen Decidua spuria gesprochen hat.

Das Lochiensekret besteht anfänglich fast nur aus Blut, welches von den durchrissenen Gefässen des sich zusammenziehenden Uterus abstammt. In den ersten Tagen nach der Geburt, wo eine braunrothe schleimige Flüssigkeit mit einzelnen Flocken und Fetzen abzugehen pflegt, lehrt das Mikroskop als Formbestandtheile neben bald unveränderten, bald gequollenen oder zackigen Blutkörperchen pflasterförmige Zellen, granulirte Gebilde (Schleim- und Eiterkörperchen), verfallene Zellen sowie deren Trümmer, Fettmoleküle, ebenso hier und da Cholestearintafeln kennen. In der späteren Zeit, wo die Blutkörperchen an Menge mehr und mehr

abnehmen und endlich ganz verschwinden, pflegt in umgekehrter Weise die Anzahl der granulirten Zellen zuzunehmen. Gegen das Ende gewinnt das Lochialsekret allmählich den Charakter eines zellenreichen Schleims. Die Untersuchung bietet keinerlei Schwierigkeit; zum Auffangen kann man sich flacher länglichrunder Teller bedienen (Werthheimer).

Die Milchdrüsen entstehen im 4. und 5. Monat des menschlichen Fruchtlebens nach Art anderer Hautdrüsen durch solide kolbenartige Herabwucherung der fötalen Epidermoidalzellen, bedeckt von einer faserigen Lage der Lederhaut (Fig. 323, 1. *d*). Einige Wochen später (Fig. 323, 2 und 324) hat eine derartige kolbige Warze (*a*) durch Zellentheilung neue Kolben (*b. c*) nach abwärts getrieben, aus welchen später die Hauptausführungsgänge entstehen, die durch weitere derartige Wucherungen die ersten Anlagen der Drüsenkörper erzeugen. Zu einer Anlage von Drüsenbläschen kommt es aber bis zur Stunde der Geburt noch nicht, und während die Gänge hohl werden, bleiben ihre Auswüchse auf der Stufe solider Zellenanhäufungen stehen. Grössere Drüsenabtheilungen halten den Rand, kleinere die inneren Partieen des ganzen Organs ein.

Fig. 323. 1. Anlage der Milchdrüse beim Fötus. *a b* Epidermis; *c* Zellenhaufen; *d* Faserlage. 2. vom 7monatlichen Fötus. *a* Zentralmasse; *b* grössere, *c* kleinere Auswüchse.

Fig. 321. Die Milchdrüse eines anderen Embryo. *a* Die mittlere kolbige Masse mit kleineren inneren *b* und grösseren äusseren Auswüchsen *c*.

Auch noch in der kindlichen Lebensperiode, sowohl beim männlichen als weiblichen Geschlechte, bewahren die Milchdrüsen jenen unentwickelten, mehr fötalen Charakter.

Während nun allerdings schon hier die weibliche Milchdrüse der männlichen vorausgeeilt ist, kommt erst mit Eintritt der Pubertät über die erstere eine energische Weiterbildung. Zahlreiche Drüsenbläschen sind die Folge. Doch bleibt das Organ noch immer weit hinter seiner vollen Entfaltung zurück, zu welcher es der ersten Schwangerschaft bedarf. Nach dem Wochenbett erhält sich im Allgemeinen jene Organisation. Erst die Involutionsperiode leitet die Verödung ein, und an die Stelle des Drüsenkörpers tritt Fettgewebe.

Die männliche Milchdrüse bleibt dagegen auf jener niederen Stufe das ganze Leben hindurch stehen.

Die ausgebildete Drüse des geschlechtsreifen Weibes enthält im Ruhezustand eine Epithelialbekleidung gewöhnlicher rundlich-polygonaler Drüsenzellen.

In den Drüsenbläschen hat man bei der Kuh dasselbe feinste netzartige Gangwerk injizirt, dessen wir früher beim Pankreas und anderen traubigen Drüsen (S. 272) gedachten (Gianuzzi und Falaschi).

Mannichfache pathologische Neubildungen zeigt uns bekanntlich die weibliche Brustdrüse. Bei manchen derselben geschieht die Entwicklung vom eigentlichen Drüsenkörper. So sind beispielsweise in der Involutionsperiode kleine, mit einer schleimigen Flüssigkeit erfüllte Kysten ein häufiges Vorkommniss. Sie entstehen aus einer Umwandlung der Drüsenläppchen, deren ausgedehnte Bläschen mit einander zusammenfliessen. Neubildungen von Drüsensubstanz unter pathologischen Verhältnissen hat man ebenfalls in dem uns beschäftigenden Organ angenommen, und als »adenoide« Geschwülste beschrieben. Weiche, namentlich aber harte Krebse, Kysto-Sarkome, einfache sarkomatöse Geschwülste reihen sich an. Ueber die Ausgangspunkte herrscht hier dieselbe Unsicherheit wie anderwärts.

Die Untersuchung der Milchdrüsen (sowohl normaler wie erkrankter) hat grossen Theiles an (in üblicher Weise) erhärteten Organen mittelst feiner Schnitte zu geschehen. Ein vorbereitendes Einlegen in sehr verdünnte Essigsäure, in gewässerten Holzessig oder ein kurzes Aufkochen in Essig ist zweckmässig. Für die frühesten Erscheinungsformen wähle man etwa fünfmonatliche menschliche Früchte, für die späteren Kinderleichen. Erst ein Weib, welches geboren hat, kann das zur Erkennung der völlig entwickelten Drüse nothwendige Material liefern. Das thätige Organ gewähren die Leichen der Wöchnerinnen. Injektionen der stärkeren Drüsengänge gelingen von den Milchsäckchen ziemlich leicht; für die Füllung des feinsten Kanalwerkes bediene man sich des konstanten Drucks.

Die Milch des menschlichen Weibes und der Säugethiere entsteht durch Freiwerden des in den Zellen der Milchdrüse erzeugten Fettes, welches dann in der an Eiweiss und Zucker reichen Drüsenflüssigkeit suspendirt wird. In dieser Hinsicht bietet das uns beschäftigende Sekret eine nahe Verwandtschaft mit der weniger flüssigen Absonderungsmasse der Talgdrüsen der äusseren Haut dar, und in der That sind wir an der Hand embryologischer Thatsachen im Stande, die gleiche Entstehungsweise beiderlei Drüsen zu vindiziren.

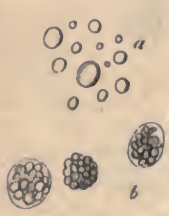


Fig. 325. Formbestandtheile der Milch. *a* Gewöhnliche Milchkügelchen; *b* sogenannte Kolostrumkörperchen.

Die gewöhnliche Milch zeigt in klarer farbloser Flüssigkeit eine Unzahl kugliger Fetttropfen, der sogenannten Milchkügelchen (Fig. 325, *a*).

Dieselben, welche schon bei mittleren Vergrösserungen zu untersuchen sind, fliessen indessen niemals nach der Art freien Fettes zusammen, besitzen vielmehr, wie man schon lange weiss, eine (kürzlich von Kehrer mit Unrecht geläugnete) aus geronnenem Kasein bestehende feine Schale. Erst wenn wir diese durch Essigsäure oder Alkalien lösen, bemerkt man die Vereinigung freier Fetttropfen unter dem Mikroskop.

Geschieht die Absonderung der Milch weniger energisch, wie es mit dem sogenannten Kolostrum und dem Sekrete, welches in den letzten Zeiten der Schwangerschaft sowie in den ersten Tagen nach der Entbindung abgesondert wird, der Fall ist, so fehlt jener rapide Zerfall der Drüsenzellen, und wir treffen diese zum Theil, allerdings in hochgradiger Fettüberladung, noch als Bestandtheile der entleerten Flüssigkeit, ebenso Trümmer dieser Zellen, hüllenlose Fettkonglomerate. Dieses sind die sogenannten Kolostrumkörperchen der Autoren (Fig. 325, *b*), welchen lebendige Kontraktilität nicht ganz abzugehen scheint (Stricker, Schwarz). Einzelne erhalten sich noch lange in der Frauenmilch. Eine grössere Menge derartiger Gebilde in der Milch Monate nach der Entbindung muss dagegen als eine Abweichung bezeichnet werden.

Abnorme Bestandtheile der Milch sind von untergeordneter Bedeutung. Man kann Blutzellen in derselben antreffen, ebenso Lymphoidkörperchen. Die Erkennung bietet keinerlei Schwierigkeiten dar.

Auffallende Färbungen einer länger stehenden Milch können vorkommen.

So hat man blaue und gelbliche derselben beobachtet. Das Mikroskop hat in solchen Fällen Vibrionen-, ebenso Protokokkusbildungen gezeigt.

Jedes Tröpfchen Milch in dünner Schicht ausgebreitet bietet uns ganz in der gleichen Weise wie zellenführende Flüssigkeiten, z. B. das Blut, ohne Weiteres seine Formbestandtheile. Starke Vergrösserungen sind nicht erforderlich, und bleibende Aufbewahrungen wird man nicht wohl eintreten lassen.

Unter den Theilen des männlichen Geschlechtsapparates besprechen wir zunächst den Hoden, wobei wir die gröberen Strukturverhältnisse als bekannt voraussetzen.

Zahlreiche, aber nicht vollständige bindegewebige Scheidewände von der fibrösen Hülle (der Tunica albuginea) entspringend, treten konvergirend im oberen Theile des Hodens zu einer fest gewebten bindegewebigen Masse von keilförmiger Gestalt, dem sogenannten Corpus Highmori zusammen.

Die Drüsensubstanz, aus netzartig vereinigten und gewundenen Röhren, den sogenannten Samenkanälchen, bestehend, wird hierdurch in kegelförmige läppchenartige Konvolute getrennt.

Das Ansehen eines derartigen Samenkanälchens kann uns die nebenstehende Fig. 326 versinnlichen. Erfüllt wird dasselbe einmal von rundlichen (*b*) und dann von einem Systeme verzweigter zelliger Elemente. Ueber die letzteren, die sogenannten »Stützzellen« Merkel's, ist noch keine Uebereinstimmung der Ansichten zu erzielen gewesen. Aussen um die Drüsenmembran breitet sich noch eine faserige bindegewebige Hülle mit längsgerichteten Bindegewebekörperchen (*a*).

Fig. 326. Menschliches Samenkanälchen mit den Drüsenzellen *b* und der bindegewebigen Hülle *a*.

Zwischen den Samenkanälchen trifft man ein weiches loses Bindegewebe an. Bei kleineren Säugethieren ist dasselbe sehr spärlich und weich, so dass jene Kanäle förmlich auseinander fallen können.

Die Samenkanälchen der Läppchen stossen dann zusammen, und bilden schliesslich ein einziges Gefäss, einen ziemlich weiten Drüsengang, der in zahllosen Windungen den sogenannten Körper und Schwanz des Nebenhodens darstellt, später sich streckt und zum Vas deferens wird. Der Nebenhoden zeigt übrigens eine Flimmerbekleidung des gewundenen Samengangs (Becker), streckenweise mit riesenhaften Zellen und Flimmerhaaren.

Die Blutgefässe, welche sich sehr leicht injiziren lassen, treten von aussen und vom Highmor'schen Körper her in das Organ ein, durchsetzen die Scheidewände, um schliesslich mit gestrecktem (aber nicht besonders reichlichem) Kapillarnetz die Samenkanälchen zu umspinnen.

Ueber die lymphatischen Bahnen haben Ludwig und Tomsa die ersten genaueren Aufschlüsse gegeben. Und nichts ist in der That leichter, als durch einen Einstich die Lymphgefässe des Organs zu erfüllen. Ein überraschendes Bild reichlicher Bahnen (Ludwig und Tomsa) entfaltet sich hier, und zwar, wie es scheint, in ganz ähnlicher Art bei allen Säugethieren. Ein gewaltiges Netz klappenführender Lymphgefässe liegt unter dem serösen Ueberzug, durchsetzt mit Zweigen die Albuginea, und breitet sich unter derselben zu einem gleichfalls sehr dichten Maschenwerk bindegewebig eingegrenzter Gänge aus, von welchen einzelne Bahnen sogleich zwischen die Samenkanälchen treten, die meisten jedoch die bekannten Septen erst durchlaufen und schliesslich (Fig. 327) ebenfalls in das lose, zwischen den Drüsenkanälchen (*a. b*) befindliche Bindegewebe eingehen, dessen Hohlräume, soweit dieselben nicht von Samenkanälchen und Blutgefässen (*c*) eingenommen

sind, von lymphatischer Flüssigkeit *d)* erfüllt werden. Es tritt dieses in auffallender Weise namentlich bei kleinen Säugethieren uns entgegen, deren Samenkanälchen bei nur spärlichem interstitiellem Bindegewebe förmlich von Lymphe umspült werden. Zur Erkennung der Gefässzellen in unseren lymphatischen Bahnen dient entweder die Injektion einer Höllensteinlösung oder das Einlegen der Schnitte in eine solche Solution von 4% (Tommasi).

Die häufigsten pathologischen Neubildungen des Hodens sind weiche Geschwülste, unter dem Bilde der Medullarkarzinome und Sarkome erscheinend. Bei dem sogenannten Kystosarkom trifft man grössere oder kleinere, theils mit wässriger, theils kolloider Substanz erfüllte Blasen, die aus Umwandlungen der Samenkanälchen hervorgehen.

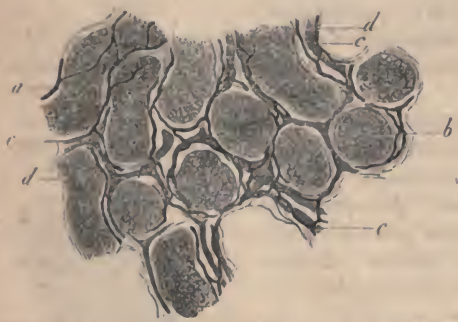


Fig. 327. Aus dem Hoden des Kalbes. *a* Samenkanälchen in mehr seitlicher, *b* in querer Ansicht; *c* Blutgefässe; *d* lymphatische Bahnen.

Fig. 328. Aus dem peripherischen Theil des Corpus cavernosum penis bei schwacher Vergrösserung. 1. *a* Sogenanntes oberflächliches und *b* tieferes Rindennetz. 2. Einsenkung arterieller Aestchen (*a*) in die Gänge des tieferen Rindennetzes (Kopie nach Langer).

Zur Untersuchung der Hoden kann man den menschlichen Körper oder auch grössere Säugethiere wählen. Durch die Präparirnadel lassen sich die Kanäle des frischen Organs leicht isoliren und der Zelleninhalt erkennen. Essigsäure und Alkalien kommen dabei passend zur Verwendung. Um die ganze Anordnung der Samenkanälchen zu erhalten, injizirt man mit transparenten kaltflüssigen oder Leimmassen.

Für die Injektion dieser Gänge mit Gelatine giebt uns Gerlach die nachfolgende Vorschrift. Man legt den Hoden in eine schwache Kalilösung während 4—6 Stunden, um die Zellen und den ganzen Inhalt der Samenkanälchen möglichst aufzulösen. Dann versucht man, durch Ausdrücken die Masse vorsichtig zu entfernen, und wischt das Organ in Wasser ab. So viel wie möglich zieht man die in dem Drüsenkanalwerk enthaltene Luft aus und treibt, indem das Organ in warmem Wasser erhalten wird, ganz langsam die Injektionsmasse (mit Karmin oder Chromblei gefärbt) ein.

Dann empfehle ich auch hier das in absolutem Alkohol stückweise erhärtete Organ, namentlich ein solches, z. B. vom Kalb, bei welchem Blut- und Lymphbahnen mit durchsichtigen Substanzen, blau und roth, vorher erfüllt sind. Das Vas deferens muss in Flüssigkeiten erhärtet studirt werden. Für das Flimmerepithelium des Nebenhodens verwende man ein eben getödtetes Säugethier.

Was die tieferen, ausführenden und zur Begattung dienenden Organe des männlichen Geschlechtsapparates betrifft, so theilen die Ductus ejaculatorii und Samenblasen den

Bau des Vas deferens, und werden in ähnlicher Weise untersucht. In letzteren findet sich neben Samenfäden ein durchsichtiger Eiweisskörper, welcher gallertartig gerinnt, um später wieder eine flüssige Beschaffenheit anzunehmen, derselbe Stoff, welchen auch das entleerte Sperma enthält.

Die Prostata, ein traubiges Drüsenaggregat, ist an glattem Muskelgewebe sehr reich. Die letzteren Elemente können am frischen Organ mit den für jenes Gewebe gebräuchlichen Reagentien, der Kalilauge oder 20 %iger Salpetersäure untersucht werden. Für die Ermittlung des weiteren Baues lege man in Holzessig ein, oder härte in Alkohol.

Das prostatische Sekret scheint den gleichen Eiweisskörper zu führen, welchen wir soeben bei den Samenbläschen erwähnt haben. Die sogenannten Prostatasteine, geschichtete mitunter ansehnliche Gebilde, bestehen aus dieser Substanz (Virchow).

Die Cowper'schen Drüsen werden wie andere traubige Drüsen untersucht.

Das Gewebe der kavernösen Organe besteht aus elastischen und bindegewebigen Fasern, untermischt mit glatter Muskulatur. Letztere studire man im frischen Zustande, das übrige an Alkoholpräparaten, wo wir die vorherige Injektion mit farblosem Leim empfehlen möchten. Diese geben dann auch Gelegenheit, namentlich auf Querschnitten die Struktur der männlichen Harnröhre zu untersuchen. Um die Gefässanordnung der Corpora cavernosa (Fig. 328) zu verfolgen, injizire man mit transparenter blauer oder rother Leimmasse, und erhärte etwas stark. Die Lymphgefässe der Glans penis fülle man durch den Einstich (Belajeff).

Wir haben endlich noch des Samens (Sperma) zu gedenken. Ein Tröpfchen entleerten menschlichen Samens ohne weiteren Zusatz auf der mikroskopischen Glasplatte zu dünner Schicht ausgebreitet, zeigt bei einer etwa 400fachen Vergrösserung eine Anzahl ganz eigenthümlicher Gebilde, die sogenannten Samenfäden, Samenthierchen (Spermatozoën, Zoospermien). Dieselben (Fig. 329) lassen einen vorderen breiteren abgeplatteten Theil, das Köpfchen (*a*), und einen hinteren langen Faden erkennen mit relativ dickerem Anfangstheile, dem sogenannten Mittelstück (*b*) und einem Endfaden (*c*) von grosser Feinheit.

Fig. 329. Spermatozoën des Schafs nach Schweigger-Seidel. *a* Kopf, *b* Mittelstück; *c* Schwanz.

Die merkwürdigen Bewegungen, welche diese Gebilde im entleerten lebendigen Samen darbieten, haben von jeher das Staunen und das Interesse der Beobachter erweckt. Und in der That ist es ein wunderbares Bild, in dieses Gewirre hineinzublicken, und das wilde Umhertreiben der Samenfäden zu beobachten. Ein näheres Verfolgen dieses Gewimmels zeigt, wie das einzelne Samenelement wellige und peitschenförmige Bewegungen des Fadens macht, und hierdurch von der Stelle geschoben wird. Eine selbstständige, auf ein bestimmtes Ziel gerichtete Ortsbewegung, wofür frühere Beobachter das Phänomen nahmen (und im Einklang die Samenelemente für thierische Wesen erklärten), liegt aber in keiner Weise vor. — Verfolgt man die Erscheinung längere Zeit hindurch, so sieht man, wie nach Art der nahe verwandten Wimperbewegungen allmählich das Phänomen abstirbt, wie die Energie der Fadenbewegungen mehr und mehr abnimmt, und damit die Ortsveränderung aufhört, wie dann an dem nicht mehr von der Stelle kommenden Spermatozoon schwächere und schwächere Krümmungen des Fadens zu bemerken sind, bis endlich alles zur Ruhe gelangt. Wir möchten übrigens auch hier eine schon früher gemachte Bemerkung wiederholen, nämlich, da jede Exkursion durch die starke Objektive sehr gesteigert erscheint (S. 60), das unregelmässige Fortrücken der Spermatozoën nicht zu überschätzen. In Wirklichkeit ist es nur ein langsames.

Als Zusätze können mehr indifferente Flüssigkeiten, Blutserum, Lymphe, Hühnereiweiss, Iodserum, Lösungen von Zucker (1060—1030 spez. Gew.), Harnstoff (10—5%), Neutralsalze der Alkalien (Kochsalz zu 1%) und Erden zur Verwendung kommen. Reines Wasser steigert bei Säugethierspermatozoën höchstens für ganz kurze Zeit die Energie der Bewegung, um sie raschem Stillstand entgegen zu führen, wobei das Fadenende sich schleifenförmig umbiegt. Alles dagegen, was chemisch einwirkt, hebt im Allgemeinen jene Bewegung ein für alle mal auf. Spermatozoën, welche bei allzu wässrigen Zusätzen zur Ruhe gekommen sind, gelingt es oftmals, durch eine konzentrirtere Lösung (von Zucker, Kochsalz, Eiweiss) vorübergehend wieder in das Leben zu bringen und umgekehrt. Eigenthümlich erregend, wie auf den Motus vibratorius so auch auf das Bewegungsspiel der Spermatozoën, wirken aber verdünnte Lösungen der Alkalien, des kaustischen Kali von 1—5% (Kölliker). Alkalische Körperflüssigkeiten unterhalten darum ebenfalls die Lebensfähigkeit der Samenfäden lange. Vortrefflich wirkt auch in ähnlicher Weise eine passende Zuckerlösung mit 0,1—0,5% kaustischem Kali. Im Uebrigen bewahren nach Mantegazza menschliche Spermatozoën ihre Lebens- und Bewegungsfähigkeit innerhalb der weiten Temperaturgrenzen von — 15 bis zu + 47° C.

Zur Beobachtung der immer noch kontroversen Entstehung unserer Spermatozoën wähle man geschlechtsreife Säugethiere, einen männlichen Hund, ein Kaninchen oder Meerschweinchen, und untersuche den Hodeninhalt alsbald, sowie bei der grossen Veränderlichkeit der Samenzellen mit indifferenten Flüssigkeiten. Starke Vergrösserungen werden erforderlich.

Die verhältnissmässig resistente Substanz, aus welcher die Samenfäden bestehen, gestattet einmal leicht, sie getrocknet als Sammlungspräparate aufzubewahren, ebenso aus eingetrockneten Samenflecken mit Wasser aufgeweicht zur mikroskopischen Wahrnehmung zu bringen.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche der letztere Nachweis für den Gerichtsarzt hat (und er kann noch nach Jahren geführt werden) möge das einfache Verfahren hier seine Stelle finden.

Verdächtige Stücke in der Körper- oder Bettwäsche schneide man heraus, und bringe sie mehrfach zerstückt in ein Uhrgläschen oder Glaskästchen unter Beigabe einer ganz kleinen Quantität Wasser. Nach einiger Zeit, einer Viertel- oder halben Stunde, während welcher man mehrmals durch einen Glasstab oder eine Pinzette die Leinwandstückchen im Wasser abgespült hat, untersuche man einmal diese Flüssigkeit, und presse dann die in jenen Fragmenten enthaltene Flüssigkeit tropfenweise auf die mikroskopische Glasplatte. Vorhandene Spermatozoën wird man so mit Sicherheit entdecken, und Verwechslungen sind ohnehin kaum möglich.

Zweiundzwanzigster Abschnitt.

Sinneswerkzeuge.

1. Die Haut des Menschen besteht aus der Epidermis, der Lederhaut und dem fettreichen Unterhautzellgewebe. Reichliche Nerven, Blutgefässe und Lymphkanäle durchsetzen sie; zahllose Drüsen liegen in ihr eingebettet; Haare und Nägel stellen endlich noch besondere Hautorgane dar. Alles dieses ist schon in früheren Abschnitten vereinzelt zur Sprache gekommen, so dass es sich hier nur noch um eine kurze Zusammenfassung zum Ganzen handeln kann.

Den Bau der Haut mag Fig. 330, ein Vertikalschnitt derselben von der Fingerspitze, versinnlichen. Bei *a* erscheint die verhornte Epidermis mit ihren zahlreichen Lagen abgeplatteter Zellen; die unter ihr befindliche (punktirte) Schicht (*b*) stellt das sogenannte Malpighi'sche Schleimnetz dar. Die Papillen der Cutis erscheinen bei *c*, und unter denselben beginnt dann die flächenhafte Ausdehnung der Lederhaut, welche bald dünner, bald dicker sich gestaltet, und ohne scharfe Grenze in das Unterhautzellgewebe ausläuft. Unter den Bestandtheilen des letzteren erblicken wir die knauelförmigen Körper der sogenannten Schweissdrüsen (*g*, welche ihre aufsteigenden Gänge bei *f e* erkennen lassen), sowie die Ansammlungen der Fettzellen *h*. Ein ähnlicher Durchschnitt durch eine behaarte Hautstelle wird uns dann noch die Haare mit ihren Bälgen und den Talgdrüsen darbieten.

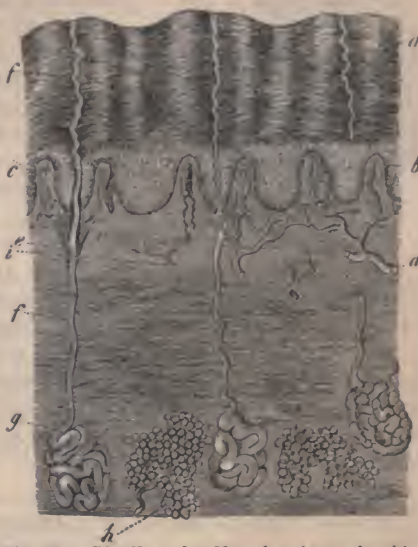


Fig. 330. Die Haut des Menschen im senkrechten Durchschnitt. *a* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* Malpighi'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subkutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven mit Tastkörperchen.

Derartige Präparate lassen sich aus möglichst frischen Leichen auf verschiedenen Wegen gewinnen. Wir können, wenn auch mit einiger Mühe, doch ohne Weiteres ziemlich dünne Schnitte anfertigen, und dieselben durch schwächere alkalische Laugen aufhellen. Man erhält alsdann, hat man anders den richtigen Konzentrationsgrad der Zusatzflüssigkeit getroffen, ein genügendes, allerdings sehr vergängliches Bild. Zweckmässiger ist es aber auch hier, dem Objekte durch künstliches Erhärten vorher eine grössere Festigkeit und Schneidbarkeit zu geben. Die Methoden des Trocknens sowie (was wir vorziehen) des Einlegens in absoluten Alkohol erfüllen diesen Zweck. Manche Anschauungen werden durch ein dem Trocknen vorhergehendes Kochen in Essig, oder ein anfängliches Einlegen in Holzessig, worauf dann das Objekt erst in Weingeist kommt, in besserer Form zu gewinnen sein. Auch anhaltende Mazeration mit Holzessig ist nicht übel. Chromsäure hat mir bei der Haut keinen Vortheil vor dem Alkohol geboten.

Färbungen, einmal mit Karmin, dann mit Hämatoxylin sind vortrefflich. Sehr schöne Uebersichtspräparate gewähren derartige tingirte Schnitte einer injizirten Hautpartie durch Alkohol entwässert und in Kanadabalsam eingeschlossen.

Auf die Untersuchungsmethoden der Epidermis hier einzugehen, würde überflüssig sein, da schon S. 156 und 157 das nöthige bemerkt und die sonderbaren Oberflächen der jüngeren Zellen erörtert sind. Ebenso haben Nägel (S. 158) und Haare (S. 159) in dem gleichen Abschnitte ihre Besprechung gefunden.

Zur Ermittelung der elastischen Fasern, sowie der Bindegewebekörperchen des Corium dienen feine Schnitte getrockneter oder in Weingeist erhärteter Präparate mit Essigsäurezusatz. Auch ein längeres Einlegen in nicht gewässertes Glycerin lässt uns durch die gewaltige Aufhellung der Bindegewebebündel die elastischen Elemente sehen.

Der gleichen Methoden bedient man sich auch zur Erkennung der Schweiss- und Talgdrüsen. Doch thut man gut daran, hier die Schnitte nicht allzu dünn zu wählen. Erstere Drüsenformation, welche unter der Haut der Achselhöhle gewaltige Dimensionen erreicht, kann an dieser Stelle leicht im frischen Zustande isolirt

und mit Anwendung bekannter Methoden auf den Bau der Wand und die Beschaffenheit der Zellen untersucht werden.

Fig. 331. Eine Talgdrüse. *a* Die Drüsenbläschen; *b* der Ausführungsgang; *c* der Balg eines Wollhaares; *d* der Schaft des letzteren.

Flächenschnitte werden verhältnissmässig seltener erforderlich. Doch sind sie, durch die obere Partie der Epidermis gelegt, für die Kanäle der Schweissdrüsen, und, tiefer an der Grenze jener gegen die Lederhaut angefertigt, für das Studium der Papillen von Belang.

Die Talgdrüsen betreffend (Fig. 331), so kann man die erste Beobachtung derselben an den kleinen Schamlippen, ebenso der Skrotalhaut vornehmen, indem man vertikale Schnitte unter Benützung der Essigsäure zerzupft. Ebenso erhält man, wenn die Drüsenzelle nicht geschont werden soll, durch verdünnte alkalische Laugen gute Ansichten. Auch die vorher getrocknete Haut anderer Körperstellen zeigt bei ähnlicher Behandlung die Organe in der Nähe der Haarbälge. Vorheriges Kochen in Essig bietet an solcher Haut ein gutes Hülfsmittel dar. Beabsichtigt man die Zellen und den übrigen Inhalt der Talgdrüse zu untersuchen, so ist nach Kölliker die Haut vorher zu erweichen; alsdann ziehen sich mit der Epidermis die Haare nebst den Wurzelscheiden und den Zellenmassen der Talgdrüsen oft sehr schön hervor.

Die Blutgefässe der Haut untersucht man an feinen Vertikal- und Horizontalschnitten transparent injizirter Organe. In den Papillen der Fingerspitze trifft man häufig eine starke natürliche Injektion, so dass die Durchschnitte der getrockneten Haut bei Zusatz einer 30—10%igen Kalilauge sehr hübsche Bilder der Gefässschlingen ergeben.

Um die ebenfalls nur bindegewebig eingegrenzten lymphatischen Bahnen zu erfüllen, dient die Einstichsmethode (Teichmann). Zweckmässig ist es, die Epidermis in vorher mit Essigsäure und Alkohol versetztem Wasser abzulösen, wie uns J. Neumann angiebt. In einer ausgezeichneten Arbeit verwendet der Verfasser Karmin mit Glycerin oder kohlensaures Blei mit der genannten Flüssigkeit verrieben zur Füllung der Lymphbahnen. Zweckmässig ist es — was wir auch aus eigener Erfahrung anempfehlen möchten — das zu injizirende Hautstückchen über den Zeigefinger der linken Hand beim Einstich auszuspannen. Letzterer muss an verschiedenen Stellen bald weniger, bald mehr in die Tiefe vordringen.

Man findet ein unteres weiteres Netzwerk und ein oberes mit engeren Gängen. Von letzterem erheben sich zu den Papillen der Haut theils blindsackige Axenkanäle, theils Schlingen.

Auch das Unterhautbindegewebe, die Träubchen der Fettzellen, die Bälge der Haare und die Schweissdrüsen besitzen ihre Lymphgefässe.

Es ist endlich eine Verdienst von Neumann, nach einzelnen Vorangaben von Teichmann und Bisiadecky die Lymphgefässe der krankhaft veränderten Haut erfolgreich in Angriff genommen zu haben.

Zum Studium der Hautmuskulatur empfehlen sich die Karminfärbung mit nachfolgender Essigsäurebehandlung, die schon oft erwähnte Schwarz'sche Doppeltinktion und die Anwendung des Palladiumchlorür (J. Neumann).

Betreffend der Hautnerven verweisen wir zunächst auf das S. 219 über die Tastkörperchen Erwähnte. Zum Studium dieser Elemente in anderen Lokalitäten kommen die gleichen Methoden, die Behandlung dünner Schnitte der frischen oder getrockneten Haut mit Essigsäure und Alkalien, ferner die mit Müller'scher Flüssigkeit oder dem so viel gerühmten Goldchlorid in Betracht.

Auch die Pacini'schen Körperchen, welche neben Endkolben an den äusseren

Genitalien beider Geschlechter vorkommen (Krause, Schweigger-Seidel) werden mit den für jene Gebilde üblichen Methoden untersucht.

Eigenthümliche Organe, den Endkolben nahe verwandt, traf Krause an den sensiblen Nerven des Penis und der Clitoris. Dieselben »Genitalnervenkörperchen« sind der Leder- und Schleimhaut selbst (nicht den Papillen) eingelagert, und unterscheiden sich von den gewöhnlichen Endkolben durch ansehnlichere Dimensionen und unregelmässigere Formen. Zur Untersuchung empfiehlt der Entdecker einmal ganz frische, wo möglich noch warme Präparate ohne Zusätze, dann Injektionen und ein Einlegen in 3%ige Essigsäure.

An anderen Hautstellen will man in neuerer Zeit zwischen den Zellen des Malpighi'schen Schleimnetzes feine marklose Nervenfasern mit knopfförmigen Anschwellungen endigen gesehen haben (Langerhans). Man hat hat zu dieser Wahrnehmung die Behandlung dünner, möglichst frischer Schnitte mit Chlorgold empfohlen.

Für die fötale Haut verwendet man in starkem Alkohol oder Chromsäure erhärtete Embryonen von Mensch und Säugethier. Bei kleinen Früchten löst sich jene gewöhnlich leicht ab, und ist an Flächenschnitten mit Glycerin zu untersuchen, wobei eine schonende Hämatoxylin- oder Karmintinktion gute Dienste leistet. Bei älteren Embryonen entnehme man mit dem Rasirmesser feine Vertikalschnitte. Es ist verhältnissmässig leicht, an solchen die erste Anlage der Schweissdrüsen und Haare, sowie an den letzteren der Talgdrüsen zu sehen, und ihre weitere Gestaltung zu verfolgen.

Die pathologischen Umänderungen eines so komplizirt gebauten Theiles, wie die äussere Haut des Menschen, sind sehr mannigfaltiger Natur. Einzelnes, was sich auf die Epidermis bezieht, ist schon früher erwähnt worden (S. 156). Entzündliche Zustände zeigen bald ein Ergriffensein der ganzen Haut, bald nur der oberflächlicheren Partieen. Massenhafte Emigrationen farbloser Blutkörperchen kommen da vor (Volkmann u. Steudener). Ablösungen ganzer Oberhautlagen (Scharlach), lokale Abhebungen der Hornschicht von dem Malpighi'schen Stratum durch Ansammlungen einer Eiterzellen führenden Flüssigkeit treten in Folge jener Blutfülle auf.

Die zahlreichen Erkrankungen der Haut betreffen bald den epithelialen, bald den bindegewebigen Antheil, bald beide zugleich.

Mehr ausgebreitete gewaltige Hypertrophieen der Lederhaut und des subkutanen Zellgewebes zeigt die Elephantiasis. Lokale Wucherungen der Gefühlswärzchen der Haut stellen die Warzen und Kondylome her, wobei man Erweiterungen und Vergrösserungen der Kapillaren begegnet. Ausgedehntere flächenhafte Vorkommnisse der letzteren Art bilden die Gefässmäler und Teleangiektasieen überhaupt. Balggeschwülste und Kysten, häufige Erscheinungen in der Haut, gehen in manchen Fällen wohl unzweifelhaft aus Ausdehnungen und Degenerationen der Haarbälge und ihrer Talgdrüsen hervor. Vielfach stellen jene die sogenannten Atherome her; d. h. der Balg mit einem Pflasterepithelium bekleidet enthält eine grützeähnliche breiige Masse, in welcher das Mikroskop abgestossene Epithelien, Fettmoleküle und Cholestearinkrystalle erkennen lässt.

Geringere, durch angesammeltes Sekret bewirkte Umänderungen der Talgdrüsen und Haarbälge stellen die Mitesser oder Komedonen her. Bleibt jene (durch verhinderte Abfuhr zu erklärende) Ansammlung auf die Talgdrüse beschränkt, so entsteht das Hirsekorn, Milium. Mit dem Untergange der Haarbälge fällt derjenige der betreffenden Talgdrüsen zusammen*).

*) Zur näheren Orientirung über die krankhaften Veränderungen unseres Organs verweisen wir auf das schöne Lehrbuch J. Neumann's über die Hautkrankheiten.

Die Anzahl der in und auf der menschlichen Haut gefundenen pflanzlichen und thierischen Parasiten ist eine beträchtliche. Manche derselben stellen ganz indifferente Vorkommnisse dar; andere verursachen wahrnehmbare Effekte, und werden zur Ursache von Krankheiten, deren Verständniss von der Entdeckung jener Gebilde durch das Mikroskop datirt, und welche theils an und in den Haaren, theils an der Hornschicht der Epidermis, theils auch in den Nägeln erscheinen (doch bedürfen die Nagelpilze weitere Untersuchungen).

Unter den Epiphyten oder pflanzlichen Parasiten, welche leider alle bis zur Stunde dem botanischen Systematiker gänzlich unklar geblieben sind, gedenken wir zunächst des sogenannten Trichophyton tonsurans Malmsten. Er führt zur Zerstörung der Kopfhaare in Form rundlicher Stellen (Herpes tonsurans). Man findet nur Sporen von etwa 0,0049mm oder auch Reihen derselben. Diese entwickeln sich zunächst in der Wurzel der Haare, dann im Schafte derselben, und zersplittern denselben förmlich, so dass das Haar deshalb ungefähr eine Linie über seinem Austritt abbricht; Haarwurzel und Balg werden ebenfalls zerstört. Die systematische Stellung des Trichophyton tonsurans ist noch kontrovers.

Aehnlich soll sich ein anderer pflanzlicher Parasit der menschlichen Kopfhaare, das Mikrosporon Audouini Gruby, verhalten, welches die Porrigo decalvans verursache. Es besteht aus rundlichen und ovalen Sporen (von 0,0009—0,0049mm) und einem Netzwerk gekrümmter welliger Fäden. Diese entwickeln sich aussen um den Haarschaft, und kommen um das aus der Haut hervortretende Stück desselben in solcher Menge vor, dass derselbe zerstört wird, und 1 bis 2 mm lange Stummel aus der Haut hervorstehen. Indessen der Fall soll ebenfalls eine Herpes tonsurans gewesen sein.

Vorzugsweise in den Bälgen der Barthaare wuchert eine anderer Pilz desselben Namens, das Mikrosporon mentagrophytes Robin, und verursacht eine Entzündung und Eiterbildung um den Haarbalg, die sogenannte Mentagra. Grössere Sporen und Fäden als bei der vorigen Art zwischen Haarbalg und Schaft zeigt uns das Mikroskop. Das Mikrosporon furfur Robin endlich lässt Gruppen doppelt kontourirter Sporen von 0,004mm, langgestreckte Zellen und verzweigte Fäden 0,0009—0,0004mm Quermesser erkennen. Der Boden zur Entwicklung dieses Epiphyten ist aber ein anderer, nämlich die Hornschicht der Oberhaut, wo er gelbliche Flecke und eine kleienartige Abschilferung (Pityriasis versicolor) verursacht.

Der Favuspilz, Achorion Schoenleinii Remak, kommt vorzugsweise auf den behaarten Kopfstellen vor, und ist die Ursache des Erbgrindes, der Porrigo favosa, eines besonders im kindlichen Alter erscheinenden Ausschlags. Er entwickelt sich einmal in dem Haarbalg, wo er das Haar umgiebt, und in dasselbe hineinwuchert, dann, und zwar vorwiegend, auf der Epidermis. Man unterscheidet, nach Robin, die 0,0029mm breiten ungegliederten Fäden des Myzelium, die etwas breiteren, unverzweigten, aber gegliederten Receptacula, in deren Innerm sich Reihen runder und ovaler, 0,0029—0,0058mm grosser Sporen entwickeln.

Die Natur dieses pflanzlichen Parasiten ist noch ungewiss; möglicherweise ist es ein Schimmelpilz. Die Favusborke zeigt unter dem Mikroskop eine feinkörnige Masse, welche die eigentliche Pilzmasse umschliesst. Diese besteht äusserlich vorzugsweise aus dem Myzelium, mehr nach einwärts aus den Receptaculen und ganz nach innen aus den Sporen.

Die Untersuchung aller dieser Epiphyten verlangt im Allgemeinen starke, 4—600fache Vergrösserungen. Zum Studium der Haarpilze zieht man mit einer Pinzette die Stummel aus, und hellt diese durch reines Glycerin oder Terpentinöl auf. Bei den auf den Epidermoidalschüppchen wuchernden Pilzen wendet man Zusätze von Alkalien, die verdünntere Kali- und Natronlauge an.

Unter den thierischen Parasiten, Epizoën, der menschlichen Haut mögen zwei hier erwähnt sein, beides Milben von niederer Organisation, die

Haarsackmilbe, Demodex folliculorum, Owen und die Krätzmilbe, Sarcoptes hominis. Beide wohnen in der Haut, und verhalten sich hinsichtlich ihrer Effekte ganz verschieden. Während ersteres Thier nämlich einen ganz indifferenten Schmarotzer herstellt, verursacht Sarcoptes scabiei den unter dem Namen der Krätze (Scabies) bekannten Symptomenkomplex.

Fig. 332. Haarsackmilbe, Demodex folliculorum.

Demodex folliculorum (Fig. 332) zeigt uns einen bald mehr, bald weniger verlängerten, borsten- und haarlosen Körper, an dessen Vorderleib beim jungen Geschöpfe 3, beim reifen Thiere 4 Paar stummelförmiger Beine vorkommen. Die Länge des kleinen Schmarotzers beträgt 0,05—0,31 mm. Er bewohnt gewöhnlich in einigen Exemplaren die Ausführungsgänge der Talgdrüsen und die Haarbälge, d. h. den Raum zwischen Haarschaft und Wurzelscheide, und setzt am Wohnorte die Eier ab. Er kommt in den Talgdrüsen des Gesichtes, besonders häufig denen der Nase vor. Sind die betreffenden Drüsen letzterer Gegend stark ausgebildet, so kann man durch Druck den Talg zur Oeffnung herauspressen, und in der mit Wasser ausgebreiteten Masse die Milbe beobachten. An Leichen verfertigt man sich vertikale Schnitte der Haut.

Nicht zu verwechseln mit der Haarsackmilbe ist die grössere Krätzmilbe. Dieselbe, welche unsere Fig. 333 in stärkerer Vergrösserung vorführt, besitzt

Fig. 333. Krätzmilbe, Sarcoptes hominis, nach einer Photographie.

einen ziemlich breiten, länglich runden Körper von 0,45—0,56 mm Länge, mit Haaren und Borsten besetzt. Die beiden ersten Beinpaare stehen weit nach vorn, sind kurz und mit einer Haftscheibe geendigt. Nach ansehnlichem Zwischenraum fol-

gen die stummelförmigen beiden letzten Beinpaare, die in lange Borsten auslaufen. Das Ei, welches man im Körper des weiblichen Thieres nicht selten findet, ist (wie auch bei Demodex) von beträchtlicher Grösse, und das junge Thier ebenfalls sechsfüssig.

Die Krätzmilbe bewohnt am häufigsten die menschliche Haut zwischen den Fingern und an deren Innenfläche; doch kann sie an allen Körperstellen vorkommen. Sie bohrt sich durch die Epidermis ein, und bildet unter derselben einen geschlängelten, durch den Koth des Thieres braun erscheinenden Gang, an dessen einem Ende als weisses Pünktchen das Thier getroffen wird.

Um die Milbe behufs der mikroskopischen Untersuchung (welche keine starke Vergrösserung erfordert) zu erhalten, schlitzt man mit einer Staarnadel den Gang auf, und hebt an der Spitze den weissen Punkt hervor. Zu einem genaueren Studium bildet man aus einer derartigen, die Milbe beherbergenden Hautstelle eine Falte, und trägt diese Epidermis- und obere Cutispartie mit einer gekrümmten Scheere ab. Ausgebreitet auf der mikroskopischen Glasplatte lässt man das Präparat allmählich eintrocknen, und hellt es mit Terpentinöl oder Kanadabalsam auf. Auch ein längeres Einlegen des feuchten Hautstückchens in wasserfreies Glycerin giebt den nothwendigen Aufhellungsgrad.

2. Das Geschmacksorgan hat schon bei der Erörterung der Verdauungswerkzeuge (S. 248) seine Besprechung gefunden, so dass wir darauf verweisen können, und hier nur noch die Endigungsweise des Sinnesnerven abhandeln.

Frühere Untersuchungen, welche man an der menschlichen und Säugethierzunge, an deren Papillae fungiformes und circumvallatae behufs der Nervenausbreitung angestellt hat, ergaben ein ungenügendes Resultat, und zeigten nur die Nervenstämmchen unter Theilungen und plexusartigen Verbindungen, zuletzt in blasse marklose Fasern auslaufend. Endkolben wurden hier vor Jahren von Krause beschrieben. In den umwallten Papillen des Menschen und der Säugethiere entdeckten neuerlich Lovén und Schwalbe eigenthümliche, mit dem Namen der »Geschmacksknospen« zu bezeichnende Terminalapparate. Sie kommen namentlich in der Seitenwand jener Papillen, aber auch nicht selten an der Innenfläche des umgebenden Schleimhautwalles vor.

Unsere Fig. 334, der Querschnitt durch das von Engelmann und Wyss studirte seitliche Geschmacksorgan an der Zungenwurzel des Kaninchens, kann uns eine erste Vorstellung von jenen dem Epithel eingebetteten Endapparaten des Geschmacksnerven gewähren. Zu einem genaueren Verständnisse werden wir durch Fig. 335 gelangen.

Die Wandung der Geschmacksknospe (1) besteht aus abgeplatteten lanzettförmigen Zellen (2*a*), welche senkrecht neben einander stehen, den Dauben eines Fasses oder den Kelchblättern einer Blüthenknospe vergleichbar. Es sind die »Deckzellen«.

Der Spitzentheil unserer Organe durchbricht die epitheliale Decke. Kleine rundliche Löcher kommen hier vor. Sie werden gebildet theils von mehreren Oberhautzellen, theils nur von zweien oder endlich sogar von einer einzigen.

Im Innern des Organs erscheint eine zweite Zellenformation, die »Geschmackszelle« (2. *b*.). Ein spindelförmiger Körper, wie wir sehen, läuft nach oben in ein Stäbchen aus, und ist nach unten zu einem dünnen, getheilten Faden verlängert. Er dringt in das Schleimhautgewebe ein. Auf der Höhe des Stäbchens zeigt sich endlich ein kurzes feines Härchen.

Unter der Geschmacksknospe hat man ein Geflecht markhaltiger und markloser Nervenfasern angetroffen. Die Verbindung dieser mit dem unteren fadenförmigen Ende der Geschmackszelle bleibt noch zu konstatiren.

Interessant ist der Umstand, dass nach Krause und Ajtai auch beim Menschen ein analoges Geschmacksorgan vorkommt, ein faltiges am Seitenrande

gelegenes Ding mit Geschmacksknospen, die Papilla foliacea. Sie war in alten Zeiten bereits gesehen worden.

Schon früher gelang es, für die Froschzunge die Endigung und die Terminalgebilde mit einiger Wahrscheinlichkeit nachzuweisen (Schultze, Key).

Fig. 334. Aus dem seitlichen Geschmacksorgane des Kaninchens. Die Geschmacksleistchen im vertikalen Querschnitt nach Engelmann.

Fig. 335. 1. Geschmacksknospe des Kaninchens. 2 *a* Deckzellen; 2 *b* Stäbchenzellen; 2 *c* eine Stäbchenzelle mit feinem Endfaden.

Schwammförmige Papillen stehen nämlich getrennt über die Zunge des Frosches. Bekleidet sind die Seitentheile jener Vorsprünge und der Rand der Oberfläche von gewöhnlichem Zylinderepithelium. Das Plateau der Papille zeigt dagegen, umrahmt von Flimmerzylindern, einen anderen Ueberzug wimperloser Zellen, welche man zuweilen an passenden Chromsäurepräparaten nach Abpinselung des gewöhnlichen Epithelium, wie eine Krone dem Geschmackswärzchen aufsitzend, zur Anschauung bringen kann. Zwischen diesen wimperlosen Zellen liegen andere Gebilde, spindelförmige Zellenkörper, welche nach aufwärts in ein feines Stäbchen ausgehen, das an der Oberfläche der Epithelialkrone endigt, dagegen nach unten in einen sehr feinen, bei gewissen Reagentien varikös erscheinenden Faden auslaufen, der als Endast eines büschelförmig zerfahrenen Axenzylinders betrachtet werden muss. Es geht also zu feinen Fibrillen zerspalten die Nervenfaser in jene ein Stäbchen tragende »Geschmackszelle« über. Indessen diese Angaben von Schultze und Key sind in neuester Zeit durch Engelmann modifizirt worden. Er läugnet jenen Zusammenhang der Nervenfasern mit den »Geschmackszellen«, und schildert uns ein drittes (bisher mit den Geschmackszellen verwechseltes) Gebilde, die »Gabelzelle«, mit einem schmalen ellipsoidischen Körper, welcher sich nach auf- und abwärts in gablige Fortsätze verlängert. Die zentralen Ausläufer der Gabelzellen gehen unter weiterer Zerspaltung mit grösster Wahrscheinlichkeit in die Axenzylinder der Nervenfasern über. — Möglicherweise sind indess beiderlei Zellen nervöser Natur.

Die Untersuchungsmethoden hat kürzlich Engelmann zusammengestellt.

Zur ersten Orientirung kann man einmal die getrocknete Säugethierzunge (zweckmässig diejenige des Kaninchens) verwenden. Die Schnitte sind in verdünnter Essigsäure und Glycerin zu erweichen. Ferner erhärtet man einen Tag lang in Osmiumsäure (0,5—1,5%). Auch die Gefrierungsmethode liefert gute Resultate.

Zum Studium des feineren Baues empfehlen sich die Mazeration in Iodserum, das mehrtägige Einlegen in Chromsäure (1—2%), welcher man passend noch das gleiche Volumen Glycerin beimischen kann. Derartige Präparate müssen dann unter dem einfachen Mikroskop einer sehr sorgfältigen Zerzupfung unterworfen werden. Nach Engelmann's Erfahrungen übertreffen die feinste Stahlnadel

äusserst fein zugespitzte Glasstäbchen. Wyss giebt unter allen Methoden einem etwa dreiwöchentlichen Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit den Vorzug.

Zur Verfolgung der Nerven dienen getrocknete oder, in zweckmässigerer Weise, gefrorne Zungen. Gefrierungsschnitte können nachträglich mit Goldchlorid (0,1—0,5%) oder Osmiumsäure (0,25—2%) behandelt werden. Die Nervenausbreitung unter der Geschmacksknospe wurde Schwalbe deutlich nach einer mehrtägigen Mazeration in Chromsäure (0,02%) oder doppelchromsaurem Kali (0,5—1%). Wyss bediente sich der Vergoldungsmethode.

3. Weiter vorgeschritten, namentlich durch die trefflichen Arbeiten M. Schultze's, sind dagegen unsere Kenntnisse des Geruchsorganes, d. h. der Endigungsweise des Olfaktorius. Ehe wir aber der merkwürdigen Strukturverhältnisse dieser Lokalität gedenken, mögen die anderen Theile des Sinnesorganes erwähnt sein.

Mit Ausnahme der oberen Stellen beider Haupthöhlen betheiligt sich alles Uebrige nicht unmittelbar bei der Geruchswahrnehmung, und enthält keine Fasern des spezifischen Nerven, sondern nur solche vom Trigeminus, deren Endigung zur Zeit fast ganz noch unbekannt ist.

Sieht man ab vom Naseneingang, so findet sich als Ueberzug der Haupt- und Nebenhöhlen ein Flimmerepithelium. Die Schleimhaut, in den Nebenhöhlungen dünner, ist in ihrem submukösen Bindegewebe fest mit dem Knochen verbunden, so dass jenes zugleich eine Beinhaut darstellt. In den Haupthöhlen wird sie stärker, sehr reich an Blutgefässen und traubigen Schleimdrüsen.

Die Art und Weise, in welcher diese Theile, ebenso Knorpel und Knochen des Wandungssystemes zu untersuchen sind, bedarf keiner Erörterung mehr.

Bei katarrhalischen Zuständen der Nasenschleimhaut sehen wir anfangs eine massenhafte Abstossung der Flimmerzellen, welche in dem zur Untersuchung kommenden Schleime theils noch bewimpert (und selbst in Bewegung), theils ohne Härchen getroffen werden. Neben normal gestalteten zylindrischen Zellen begegnet man anderen von mehr unregelmässiger, rundlicherer Form. Grosse, aus der Umwandlung der normalen Epithelialformation hervorgegangene zellige Gebilde führen in dieser Anfangsperiode des Nasenkatarrhes neben ihrem Nukleus granulirte Lymphoidzellen (Schleim- oder Eiterkörperchen), welche von aussen her eingedrungen sein werden. Bald verschwinden beinahe alle jene Elemente, mit Ausnahme der zuletzt genannten Gebilde, die in dem dicken gelblichen Sekret der späteren Periode in enormer Menge getroffen werden. Verhältnisse, welcher wir früher bei ähnlichen Reizungszuständen der Athemorgane (S. 292) und der Harnblase (S. 311) gedacht haben, wiederholen sich also auch hier.

Wie gesagt, betheiligt sich der grössere Theil des Geruchsorganes nicht unmittelbar bei den Riechwahrnehmungen, da nur an beschränkter Stelle die Endigung des spezifischen Sinnesnerven getroffen wird. Solche Stellen, Regiones olfactoriae genannt (Fig. 336), kommen allen Wirbelthieren zu, bieten aber mancherlei Differenzen dar. Während die übrige Geruchshöhlenwandung von gewöhnlichen Flimmerzellen überzogen ist (*A*), erscheint als Bekleidung der Regio olfactoria ein ebenfalls ungeschichtetes, aber der Wimpern entbehrendes Zylinderepithelium eigenthümlicher Art (*B*), untermischt mit ähnlichen, in stäbchenartige Aufsätze geendigten Zellen, wie wir sie so eben für die Froschzunge kennen gelernt haben. Hier kann nun diesen Gebilden die Bedeutung nervöser Terminalzellen nicht abgesprochen werden, obgleich der kontinuirliche Uebergang des unteren varikösen Endfadens in die Fibrillen des Olfaktorius noch nicht mit Sicherheit dargethan werden konnte (weder von Schultze, noch Andern, wie z. B. C. K. Hoffmann). Die ausserordentliche Zartheit und Zersetzlichkeit der betreffenden Gewebselemente (welche nur durch Mazerations- und Konservirungsflüssigkeiten von einer ganz bestimmten Mischung bewältigt werden kann) macht es begreiflich,

dass lange Zeit hindurch die Mikroskopiker den komplizirten Bau entweder gar nicht erkannten oder irrig interpretirten.

Bei Säugethier und Mensch zeichnet sich die Regio olfactoria schon durch eine besondere Färbung von der übrigen Nasenschleimhaut aus, durch ein gelbes

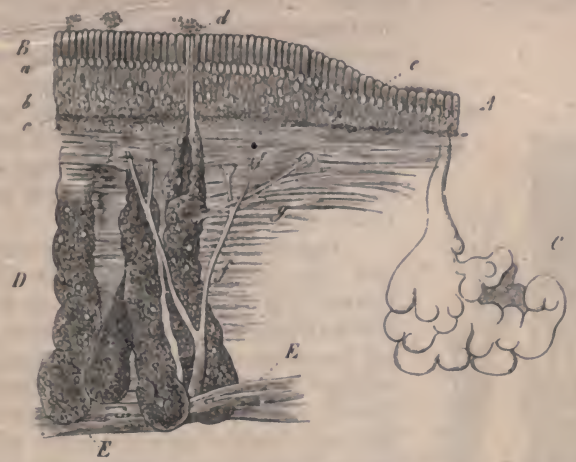


Fig. 336. Die Regio olfactoria des Fuchses in senkrechtem Durchschnitt. *B* Die zylindrischen Epithelien derselben. *a* Lage der Kerne, *b* der Riechzellen, *c* des Pigments. *A* Das benachbarte gewöhnliche Flimmerepithelium. *c* Die Grenze zwischen beiden. *C* Gewöhnliche traubige Schleimdrüse. *D* Bowman'sche Drüsen mit dem Gange *d*. *E* Ast des Olfaktorius; *f* aufsteigende Zweige mit weiterer Theilung *g*.

oder gelbbraunes Kolorit. Dieses rührt von feinen Pigmentmolekülen her, die theils im Körper der wimperlosen Zylinderepithelien, theils in den Zellen einer besonderen, hier erscheinenden Drüsenformation eingelagert sind. Zur ersten Orientirung dienen Vertikalschnitte des in stärkerer Chromsäure gehärteten Theiles. Man erkennt an passenden Seitenansichten jene gekernten Zylinderzellen (Fig. 337. 1. *a*. 2. *a*). Nach abwärts entsenden sie fadenförmige Fortsätze, welche durch Aeste mit einander in Verbindung treten, und an der Schleimhautgrenze angekommen einen weiteren reichlicheren Zerfall erfahren, so dass sie, wenigstens stellenweise, in ein sehr zartes und schwierig zu verstehendes Netzwerk übergehen, welches sich öfter zu einer Art homogener Platte (der Membrana limitans der Retina ähnlich) verbreitert. Zwischen diesen Zylinderzellen bemerkt man in reichlicher Anzahl die sogenannten Riechzellen, die den Geschmackszellen analogen Gebilde (Fig. 1. *b*. und 2. *b*.). In sehr verschiedener Höhe zwischen den Epithelien liegt ein spindelförmiger, gekernter Zellenkörper (Fig. 1. *b*, 2. *b*), welcher nach aufwärts in ein feines Stäbchen (*c*), nach abwärts in einen äusserst feinen varikösen Faden (*d*) ausläuft.

Bei allen Säugethieren scheint das zur Oberfläche gelangte Stäbchenende ganz nackt zu endigen. Kleine und ganz kurze stiftchenförmige Ansätze, die man an ihm bemerken kann (Fig. 2 *e*), sind durch Reagentieneffekte hervorgequollene Inhaltsmassen. Auch bei den im Wasser riechenden Fischen fehlt jeder Anhang. Dagegen erscheinen bei den in der Luft riechenden Amphibien und Vögeln ansehnliche, zum Theil äusserst lange Wimperhaare, bald wenig, bald gar nicht beweglich, bald einfach, bald in Mehrzahl auf dem freien Stäbchenende, so dass die Oberfläche der Regio olfactoria von einem förmlichen Haarwald überragt ist. So zeigt es unsere Fig. 337 1. *e* vom Frosch. — Indessen, wir dürfen es nicht verschweigen, der letzte Beobachter Exner stellt jene scharfe Trennung beider Zellenarten überhaupt in Abrede.

Auf dem optischen Querschnitte erkennt man, wie die pigmentirten Zylinderzellen von jenen Stäbchen kreisförmig umstellt sind, während bei der seitlichen

Ansicht die Stäbchen zwischen den Zylindern, sowie in tieferer Stelle geschichtet die spindelförmigen Zellenkörper der uns beschäftigenden Gebilde zu bemerken sind.

Es erfordert sehr frische Leichen, um beim Menschen die gleichen Gebilde, Zylinder- und Riechzellen, zu erhalten. Besonders empfehlenswerth hierzu sind die Leichen neugeborner Kinder. Bei Erwachsenen, wo die zahlreichen Nasenkatarrhe vorhergegangen sind, fehlt meistens ein so scharfer Farbenunterschied zwischen Regio olfactoria und der übrigen Nasenschleimhaut, und auch die Textureigenthümlichkeiten grenzen sich in der Regel nicht so genau ab, wie beim Säugethier. Sonst herrscht völlige Uebereinstimmung.

Fig. 337. 1 Zellen der Regio olfactoria vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramifizirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *c* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2 Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe; nur kommen auf den Stiftchen (als Artefakte) kurze Aufsätze *e* vor. 3 Nervenfasern des Olfaktorius vom Hunde; bei *a* in feine Fibrillen zerfallend.

Eigenthümlich, zwischen einfachen Schläuchen und traubigen Drüsen in der Mitte stehende Drüsen (Fig. 336. *D*), zu Ehren des Entdeckers, Bowman'sche von Kölliker genannt, durchsetzen mit ihrem verengten Ausführungsgange jene merkwürdige Zellenschichtung. Ihr Körper, im Bindegewebe gelegen und einer Membrana propria entbehrend, besteht eben aus jenen gelb oder gelbbraun pigmentirten Drüsenzellen, von welchen schon die Rede war. Die angrenzende Schleimhaut zeigt dagegen gewöhnliche traubige Schleimdrüsen (*C*). Findet man streckenweise auf der menschlichen Regio olfactoria ein gewöhnliches Flimmerepithelium, so kommt alsbald auch jene ächte traubige Drüsenformation vor. Von Interesse ist der Umstand, dass die Bowman'schen Drüsen allen höheren Wirbelthieren zukommen, den im Wasser riechenden Fischen aber abgehen.

Der Nervus olfactorius (Fig. 336. *E*) zeigt uns in seinen Zweigen nur marklose Elemente. Diese erscheinen anfänglich als blasse gekernte Fasern, ganz ähnlich denen, welche wir in manchen sympathischen Nerven, z. B. der Milz, antreffen. Durch passende Behandlung gelingt es aber, die Olfaktoriusfaser in äusserst feine, von homogener Scheide umschlossene Fibrillen zu zerlegen; sie ist also ein Primitivbündel.

Es steigen die feineren Zweige des Geruchsnerven (Fig. 336. *f*. *g*) zwischen den Drüsen der Regio olfactoria aufwärts, und gelangen so bis an die Grenze des Epithelium. Hier zerfallen sie in jene feinsten Fäserchen oder Primitivfibrillen. Diese, den Ausläufern der Riechzellen ganz gleich und unter denselben Verhältnissen, wie jene, varikös erscheinend, durchsetzen das durch die Ausbreitung der Zylinderzellenfortsätze gebildete feingitterige Maschenwerk, um schliesslich, wie man angenommen hat, mit jenen Ausläufern der Riechzellen sich zu verbinden (Fig. 338).

Eine derartige Verbindung läugnet jedoch Exner des Gänzlichen.

Die Zweige der Geruchsnerven lösen sich nach ihm gegen die Oberfläche des Schleimhautbindegewebes in ein kernhaltiges Netzwerk auf. Aus diesem Netzwerk entspringen nach aussen die Epithelial- und die Riechzellen. Jenes Netzwerk mit beiderlei Zellenformen stellt somit den Endapparat des Olfaktorius her.

In seiner ausgezeichneten Monographie hat uns Schultze eine grosse Reihe von Vorschriften für die Darstellung und Untersuchung der so subtilen Textur-

verhältnisse gegeben, und hiermit einen höchst wichtigen Beitrag zur mikroskopischen Technik geliefert.

Um sich die erste Ansicht der Zellen der Regio olfactoria aus dem Körper eines eben getödteten Säugethieres zu verschaffen, kann man dünne, durch die Scheere gewonnene Schnitte mit Beifügung möglichst indifferenter Flüssigkeiten (Iodserum) unter das Mikroskop bringen, wo man die Riechzellenstäbchen zwischen den wimperlosen Epithelialzylindern als glashelle Stäbchen entdecken wird. Indessen schon bei Anwendung von Glaskörperflüssigkeit wird man bald von den sich zersetzenden Riechzellenstäbchen herrührende glashelle Tropfen über den Rand der Epithelialoberfläche vortreten sehen, eine Zersetzung, welche bei Wasserzusatz noch viel schneller eintritt. Zweckmässig fand Schultze den Zusatz eines nicht allzu wässerigen Glycerin. Auch feine Vertikalschnitte von in stärkerer Chromsäure gehärteten oder getrockneten und in angesäuertem Wasser erweichten Organen erfüllen diesen Zweck.

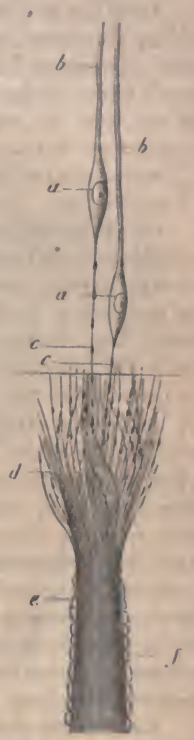


Fig. 338. Wahrscheinliche Endigung des Olfaktorius beim Hechte (nach Schultze). *a* Riechzellen; *b* Stäbchen; *c* unterer variköser Faden; *e* Axenfibrillen in der Scheide *f*; *d* Ausbreitung jener; bei — fehlende Verbindung mit den gleichen Fibrillen *c*.

Um die Epithelialgebilde dagegen zu isoliren (und diese Trennung lässt sich bei warmblütigen Wirbelthieren schwieriger als bei kaltblütigen erzielen), bedarf man der Anwendung konservirender und mazerirender Flüssigkeiten. Rasch und vollständig erhält man diesen Effekt durch die Benützung der 30—40%igen Kalilauge oder einer des Natron von 20—25%. Legt man hier ganz frische Stücke des Siebbeins mit der aufsitzenden Schleimhaut ein, und schabt man nach Verlauf einer halben bis ganzen Stunde das Epithelium ab, so gelingt durch Zerzupfen auf der mikroskopischen Glasplatte die Zerlegung. Bei schwächeren Laugen muss man dagegen zwei bis drei Stunden warten. Die gut erhaltenen Zylinderzellen und Stäbchen, einen Theil derselben noch in Verbindung mit den spindelförmigen Riechzellen, erkennt man alsdann leicht, und bei Amphibien und Vögeln selbst die Riechhärchen; von den nach abwärts gehenden, feinen fadenförmigen Fortsätzen der letzteren ist dagegen gewöhnlich nichts erhalten.

Um eine Flächenansicht zu gewinnen, verwendet man den in Kalilauge mazerirten oder mit Glycerin behandelten Epithelialüberzug.

Bessere, freilich viel langsamer, erst nach ein, zwei bis drei Tagen eintretende Effekte erhält man aber durch die Mazeration in einer sehr verdünnten Chromsäurelösung (wobei man das eingelegte Stück nicht allzu klein und die Flüssigkeitsmenge nicht allzu gross wählen soll). Für das ganz frische Säugethier empfehlen sich 0,05—0,03% Lösungen. Für das menschliche Geruchsorgan, wenn man es etwa 12 Stunden nach dem Tode erhalten kann, benützte Schultze die Chromsäuresolution von 0,05% in 1—3tägiger Einwirkung. Kaltblütige Wirbelthiere erfordern etwas stärkere Lösungen, Vögel noch schwächere (bis zu 0,01%) als das Säugethier. (Auch die Zerspaltung der Olfaktoriusbündel in Primitivfibrillen geschieht auf diesem Wege.)

Der ausserordentliche Vortheil, welchen solche Lösungen für das Studium der Regio olfactoria darbieten, beruht in dem Sichtbarmachen varikös er Anschwellungen an den so feinen fadenförmigen unteren Ausläufern der Riechzellen, sowie der feinsten Endfibrillen des Sinnesnerven (ein Vorzug, der dem Reagens auch für

analoge Texturverhältnisse der übrigen höheren Sinnesnerven gebührt. Wie schon mehrfach erwähnt, kann statt der Chromsäure ebenfalls das doppelchromsaure Kali zur Verwendung kommen; seine Wirkungen treten langsam ein. Schultze benützte Lösungen von 0,1—0,5%, und erhielt die gewünschten Präparate nach 1—6 Tagen.

Auch die Müller'sche Flüssigkeit, welche mit Wasser versetzt für die Untersuchung der Schnecke, wie ich fand, sehr zweckmässig ist, hatte ich schon vor Jahren in einigen Verdünnungsgraden empfohlen. Nach den Erfahrungen Hoffmann's bildet sie in der That auch mit den gleichen Theilen Wassers versetzt und bald nur ein bis zwei Tage (Frosch), bald bis gegen zwei Wochen einwirkend (Säugethiere) das beste aller Mazerationsmittel.

Schultze hat ferner noch andere ähnlich wirkende Flüssigkeiten aufgefunden und empfohlen.

Die konzentrirte wässerige Oxalsäurelösung (S. 77) erhält die Riechzellen, ihre Stäbchen und varikösen Fäden (nicht aber die Zylinderzellen) ganz vortrefflich, und man hat den grossen Vortheil, nicht von der Zeit allzu abhängig zu sein, so dass man schon nach wenigen Stunden, aber auch noch nach Tagen untersuchen kann. Das Bindegewebe quillt in ihr auf, und wird heller, während albuminöse Theile ihre scharfen Umrisse behalten und etwas härter werden.

Schwefelsäure im Zustande hoher Verdünnung im Mittel von 0,6% (0,2—1% und mehr) erhält ebenfalls die Riechzellen sehr gut, und noch verdünnter macht sie die Fäden varikös. Das Bindegewebe aber quillt in ihr nicht auf, wie in der vorigen Säure, sondern tritt vielmehr schön und scharf hervor. Auch hier nehme man nicht allzu kleine Stücke, und versuche das Präparat schon nach einigen Stunden. Die eingelegten Theile erhalten sich übrigens Tage und Wochen lang, wenn nicht Schimmelbildung sie ruinirt. Weniger rühmt jene Säure Hoffmann. Als bestes Reagens lobt uns aber Exner das viertel- bis halbstündige Einlegen in eine Osmiumsäure von 0,5—2%. Das Objekt hat dann Stunden, Tage, ja Wochen lang in Wasser zu mazeriren. Letzterem kann man ein paar Tropfen Essigsäure beifügen. Epithelien sind dieser Behandlung längere Zeit zu unterwerfen, als die nervösen Elemente.

Endlich hat sich Babuchin hier des Vergoldungsverfahrens bedient.

Um Erhärtungsgrade, welche zur Anfertigung dünner Schnitte geeignet sind, und die Anordnung der Schleimhaut, die Bowman'schen Drüsen und Nervenverläufe darbieten sollen, zu gewinnen, kann man neben der Müller'schen Flüssigkeit höhere Konzentrationsgrade von Chromsäure, chromsaurem Kali anwenden, und hinterher mit Glycerin, Essigsäure etc. untersuchen. Auch die Moleschott'sche sogenannte starke Essigsäuremischung (S. 83) ist namentlich von Balogh empfohlen worden.

Stärker gehärtete Objekte versuche man, gleich den Präparaten der übrigen Nasenschleimhaut, mit Glycerin einzuschliessen. Die Riechzellen und die dazwischen gelegenen Zylinderepithelien werden noch am zweckmässigsten in einer mit der gleichen Menge Wassers versetzter Müller'schen Flüssigkeit sich aufbewahren lassen.

4. Das Sehwerkzeug verlangt bei seiner grossen Komplikation eine etwas ausführlichere Besprechung.

Die Augenlider mit der sie begleitenden Cutis, ihrem bindegewebigen, sogenannten Tarsalknorpel und den eingebetteten Meibom'schen Drüsen, welche in ihrer Form an die Bowman'schen des Geruchsorganes erinnern, ebenso die Konjunktiva ihrer Hinterwand und des Augapfels, nebst dem jene bekleidenden Epithelialüberzug bedürfen keiner Erörterung. Sie werden in ihren Geweben nach früheren Vorschriften untersucht. Die Meibom'schen Drüsen erkennt man in ihren gröberen Verhältnissen leicht an den mit Alkalien oder durch Einlegen in Essig aufgehellten Augenlidern kleiner Säugethiere; zur Erforschung des feineren Baues

dienen feine Schnitte des getrockneten Organes. Die Thränendrüse wird nach Art anderer traubigen Drüsen untersucht.

Die Konjunktiva des Auges (vielfach ein lymphoid infiltrirtes Bindegewebe) enthält in der ganzen Uebergangsgegend zahlreiche traubige Schleimdrüsen, während man in der Bindehaut des Augapfels (und zwar dem die Cornea umgrenzenden Theile) bei Wiederkäuern Knaueldrüsen, denen der äusseren Haut ganz ähnlich, entdeckt hat (Manz). Maceration in verdünnter Essigsäure oder Holzessig werden sie leicht sichtbar machen. Zur Erkennung der eigenthümlichen Nervenendigungen in den Krause'schen Kolben (Fig. 339) kann man das frische,

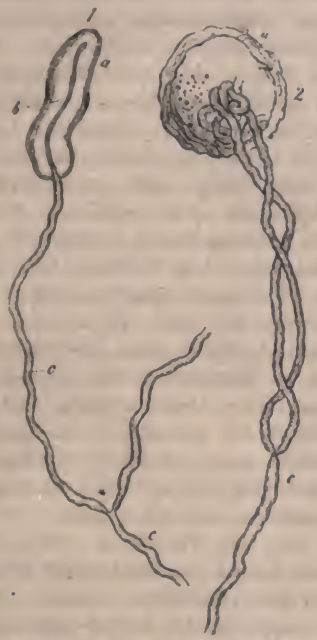


Fig. 339. Endkolben. 1. vom Kalbe; 2 vom Menschen.

Fig. 340. Trachomdrüse des Ochsen mit injizirter Lymphbahn im Vertikalschnitt. *a* Submuköses Lymphgefäss; *c* dessen Ausbreitung zu den Bahnen des Follikels *b*.

noch warme Auge eines unserer Schlachtthiere verwenden, bei welchem die Bindehaut rasch, aber mit möglichster Vorsicht abgelöst und ohne Zusatz zuerst mit schwacher Vergrösserung durchsucht wird. Ueber die Reagentien ist bereits (S. 219) das Nothwendigste bemerkt worden.

Ebenso haben wir schon früher (S. 218 und Fig. 192) der merkwürdigen Endigung sehr feiner Nervenfibrillen im Epithel der Conjunctiva corneae gedacht.

Die Blutgefässe der Bindehaut bieten nichts Auffallendes dar. Die Lymphgefässe der menschlichen Konjunktiva stellen über die Sklerotika ein sehr entwickeltes Netz ansehnlicher Gänge her, welches noch etwa 1 Millimeter breit den Randtheil der Cornea einnimmt, und hier aus feineren bogenartig endigenden Kanälen besteht (Teichmann). Unter den Säugethieren habe ich ähnliche Gänge beim Kalb zu füllen vermocht.

Interessante Vorkommnisse der Konjunktiva stellen die in Zahl und Anordnung recht wechselnden sogenannten Trachomdrüsen dar, lymphoide Follikel, denjenigen des Darmkanals ganz gleich. Die Injektion beim Ochsen (Fig. 340) zeigt, wie ansehnliche knotige Lymphgefässe (*a*) gegen ihre Unterfläche hinlaufen, und um dieselben nach Verlust der Gefässwandung ein sehr entwickeltes Netzwerk lymphatischer Gänge bilden, aus welchem dann feinere Netzgänge den Follikel umstricken, und in der die Follikel (*b*) verbindenden lymphoiden Schicht in zierlicher Anordnung sich verbreiten (*c*). Ihre oberflächlichste, d. h. der Epitheliallage zugekehrte Partie läuft mehr horizontal, und entsendet feine Endgänge, welche sehr oberflächlich blinde Endigungen darbieten. Alles ist bindegewebig eingegrenzt, und die ganze Anordnung derjenigen einer Peyer'schen Plaque auf das Innigste verwandt; nur sind die Blutgefässe der Follikel hier weniger reichlich und weniger

regelmässig vorhanden. Neugebornen Thieren fehlen indessen unsere Gebilde noch gänzlich (Blumberg, Schmid).

Zur Injektion benutze man die Augen junger Ochsen oder älterer Kälber, sowie kaltflüssige Gemische, und halte sich an den sogenannten Bruch'schen Haufen der Trachomdrüsen des unteren Augenlids. Indessen auch die anderen Anhäufungen füllen sich hier leicht, und von kleineren Arterien aus gelingt ferner die Injektion der Blutbahn ohne grosse Schwierigkeiten, während man bei kleinen Säugethieren von der Aorta den ganzen Kopf mit gefärbtem Leim auszuspritzen hat.

Schwierig ist die Prozedur beim Menschen und manchen anderen Säugethieren. Zur Untersuchung härte man in Alkohol.

Was nun den Augapfel selbst betrifft, so ist die Untersuchung desselben eine der lohnendsten Arbeiten des Mikroskopikers, zugleich aber auch für einen Bestandtheil (die Retina) mit den grössten Schwierigkeiten verbunden. Man bediene sich stets der ganz frischen, noch warmen Augen grösserer Schlachtthiere, namentlich des Ochsen, Kalbs und Schafs, sowie indifferenter Zusatzflüssigkeiten, des immer zur Hand befindlichen Humor vitreus und aqueus. Sind die Augen mit einiger Vorsicht herausgenommen worden, so gelingt es leicht, die Arterie neben dem Sehnerven gelegen zur Injektion aufzufinden und zu verwenden (schwieriger bei der Kleinheit der Arterie ist die Injektion am menschlichen Auge). Solche Füllungen, wenn ihnen eine histologische Untersuchung nachfolgen soll, nehme man aber stets mit den kaltflüssigen Gemischen, dem Berliner Blau oder Karmin vor. Die Injektion eines jener grösseren Thieraugen pflegt, nachdem einmal die zahlreichen durchschnittenen Gefässe unterbunden sind, in zwei bis drei Minuten zu gelingen. Schon nach einer Viertelstunde kann man mit dem Zerschneiden und der Beobachtung anfangen. Es ist namentlich das System der Uvea, welches vieles weit instruktiver als am unerfüllten Organe zeigt, und die pigmentfreie Tapete an solchen Thieraugen gewährt für manche Beobachtungen einen weiteren Vortheil. Handelt es sich wesentlich um Injektionspräparate, so injizire man mit Karminleim. Die Augen kleinerer Säugethiere füllt man von der Aorta aus, gleichzeitig und unter denselben Maassregeln, wie das Gehirn (S. 208). Weisse Kaninchen liefern treffliche Objekte. Die von Thiersch verbreiteten halbirten Augäpfel dieses Thieres in Glaszellen mit Kanadabalsam liegend können als wahre Musterwerke der modernen Injektionstechnik empfohlen werden. Will man die doppelte Injektion erzielen, so treibe man von der Arterie aus zuerst Berliner Blau ein, und lasse durch dasselbe Gefäss hinterher eine zweite Einspritzung mit Karminleim folgen. — Vortreffliche derartige Studien mit kaltflüssigen Massen und Anwendung eines konstanten Drucks hat neuerlich Leber angestellt.

Ueber die Lymphbahnen des Augapfels haben wir in neuer Zeit treffliche Untersuchungen durch Schwalbe erhalten. Der Verfasser bediente sich theils kaltflüssiger, gefärbter Massen, theils der Leimlösungen, ebenso der Höllensteinlösungen. Er empfiehlt das Einstichverfahren mit sehr feinen Kanülen, deren Spitzen unter einem Winkel von 40° zur Längsaxe abgeschliffen sind.

Um die hinteren Lymphbahnen zu erfüllen, durchsteche man die Sklera zwischen Kornealrand und dem Aequator des Bulbus. Man vermeide aber die Nähe der Venae vorticosae. Für die vorderen lymphatischen Wege hat man theils in die vordere Augenkammer einzustechen, theils in den Petit'schen Kanal.

Für weitere Einzelnheiten müssen wir auf das Original verweisen.

Die Untersuchung derartiger frischer Augen erfordert zum Theil Durchschnitte, wie an Cornea und Sklera, gewöhnlich aber ein Abpräpariren membranöser Bildungen. Diese werden einmal unzerzupft mit Glaskörperflüssigkeit oder Reagentienzusatz durchmustert, und hierbei sind Falten, welche man künstlich bildet, meistens sehr instruktiv, oder man zerspaltet sie mit feinen Nadeln. Sehr vieles lässt sich schon auf derartigem Wege über die Textur des Augapfels, ja selbst der Retina erkennen, wie denn das ganze frühere (und zum Theil ausreichende) Wissen über

jenen in dieser Weise gewonnen worden ist, und auch bei Anwendung anderer moderner Methoden kann die Kontrole des frischen Verhaltens niemals entbehrt werden. Gewisse Bestandtheile des Augapfels sind dagegen theils so durchsichtig, theils so zart und weich, dass erhärtende (und trübende) Behandlungsweisen unentbehrlich werden. Ohnehin lassen sich manche Strukturverhältnisse, das Endigen dieses und jenes Gebildes, die Uebergangsverhältnisse des einen in das andere etc. nur an derartigen Präparaten mit genügender Sicherheit ermitteln. Jene beiden Methoden, deren wir schon bei so vielen Organen zu gedenken hatten, kommen auch hier zur Verwendung, das Trocknen und das Erhärten durch Reagentien. Für ersteren Zweck halbirt man den Augapfel im Aequator, und entfernt Glaskörper (sowie auch gewöhnlich die Linse). Die beiden Segmente sollten über halbkuglig geschnittene Korkflächen ausgebreitet werden. Zum Erhärten nehme man entweder absoluten Alkohol, oder — was weit mehr im Gebrauche ist — Chromsäure (0,5—0,2%) und chromsaures Kali. Man kann den Bulbus ebenfalls halbiren, ihn nur aufschneiden oder auch ganz uneröffnet lassen (wo dann die Lösung des Erhärtungsmittels stärker zu nehmen ist). Ganz vortrefflich eignet sich aber zum Erhärten des uneröffnet einzulegenden Augapfels die Müller'sche Augenflüssigkeit (S. 81). Man muss allerdings zwei bis drei Wochen auf den hinreichenden Effekt warten, kann aber auch, ohne allen Schaden, das Auge Monate, ja Jahre lang einliegen lassen, und gewinnt mit diesem Hülfsmittel für die meisten Theile des Bulbus sehr hübsche Bilder. Mit Recht ist daher das Gemisch bei den Ophthalmologen mehr und mehr in Gebrauch gekommen. Beabsichtigt man schwächere Wirkungen, so ist jenes mit Wasser zu verdünnen, zur Erzielung stärkerer Erhärtung giebt man ein wenig Chromsäure zu. Auch injizirte Augen können so erhärtet werden; doch leidet die Farbe etwas. Will man dieses vermeiden, so greife man zur kaltflüssigen Barytmasse (S. 110).

Sehen wir nun zunächst nach den Untersuchungsmethoden des Kapselsystems, der Cornea und Sklera.

Der Bau der Hornhaut (Fig. 341) mit ihren beiden Epitheliallagen, der geschichteten der vorderen (*d*) und der einfachen Zellenbekleidung der hinteren Fläche (*e*), mit den beiden unter jener erscheinenden glashellen Grenzschichten, der sogenannten Lamina elastica anterior (*b*) und der Descemet'schen Haut (*c*), sowie der gewöhnlichen Cornealsubstanz (*a*) und ihrer zelligen Elemente ist in neuerer Zeit so vielfach behandelt und besprochen worden, dass es überflüssig wäre, auf die betreffenden Texturverhältnisse weiter einzugehen. Die besten Beschreibungen der Hornhaut rühren von His, Kühne, Engelmann, Schweigger-Seidel und Rollett her.

Fig. 341. Die Hornhaut des Neugebornen in senkrechtem Durchschnitt (aber bedeutend verkürzt gehalten). *a* Hornhautgewebe; *b* vordere, *c* hintere glashelle Lage; *d* geschichtetes Plattenepithelium; *e* einfache Epitheliallage.

Was nun das Untersuchungsverfahren angeht, so haben wir im Laufe der Zeit eine grosse Anzahl derselben erhalten.

Für den Nachweis der abgestorbenen Hornhautkörperchen und ihrer Inhaltsmassen bediene man sich sehr schwacher Essigsäure oder höchst diluirter Chromsäurelösungen von 0,01%. Hier wie bei allen folgenden Methoden sind jedoch artifizielle (und oft sehr bedeutende) Veränderungen nicht zu vermeiden, indem die Zwischensubstanz quillt, die Zellen zu schrumpfen pflegen.

Brauchbar für einzelne Zwecke ist das Trocknen. Sehr dünne Schnitte, entweder nur in schwach angesäuertem Wasser erweicht, oder vorher in Karmintinktur gefärbt und durch verdünnte Essigsäure ausgewaschen, gewähren Uebersichtsbilder (Fig. 341).

Ein um unsere Membran verdienter Forscher, His, empfiehlt zunächst die Essigsäure mit Iodfärbung, um die Hornhautzellen aus der durchsichtigen Interzellularsubstanz hervortreten zu lassen.

Ein Hauptmittel aber bildet nach ihm das Einlegen in gereinigten, mit dem gleichen Volumen oder auch noch mehr Wasser verdünnten Holzessig. Aus der etwas aufgequollenen durchsichtigeren Zwischenmasse treten alsdann, mit getrübterem Inhalt, die Zellen hervor. Die erhärtende Eigenschaft, welche dem Holzessig neben der quellenden bekanntlich noch zukommt, ist dann auch hier von grossem Werthe zur Ermöglichung feiner Durchschnitte, und zwar einmal ganz ähnlicher vertikaler, wie beim getrockneten Objekt, und dann (was bei letzterem nicht möglich ist) der allerdings viel instruktiveren Horizontalschnitte. — Auch ganze Hornhäute lassen sich Jahre lang in Holzessig konserviren.

Minder aufquellend, aber sonst ganz ähnliche Bilder ergebend, verhält sich noch ein anderes von Remak angegebenes Gemisch aus verdünntem Holzessig, wässerigem Alkohol und einer schwachen Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. Chromsäure bietet, gegenüber dem Holzessig, keinen Vortheil dar.

Zur Darstellung der Hornhautfibrillen kann man sich des übermangansauren Kali (Rollett) oder einer Kochsalzlösung von 10% (Schweigger-Seidel) bedienen.

Andere Reagentien, wie konzentrirtere Chromsäure, die Müller'sche Flüssigkeit, gesättigte Zuckerlösungen, verdünnter Alkohol von 50%, das Merkel'sche Chromsäure-Chlorplatingemisch (S. 82) wirken schrumpfend auf die Zwischenmasse ein, und werden empfohlen, um einen fibrillären Bau des Cornealgewebes zu demonstriren.

Rollett rühmt ferner die mit Humor aqueus befeuchtete Hornhaut der Einwirkung von Ioddämpfen auszusetzen. Man verwendet eine etwas hohe feuchte Kammer nach Art der Fig. 70 (S. 62) gezeichneten. Die Hornhaut klebt der Unterfläche der Deckplatte an, den Boden der Kammer bedeckt eine wässrige Iodlösung (metallisches Iod in Wasser geschüttelt).

Auch von der Versilberungsmethode hat man bei Untersuchung der Hornhaut häufigen Gebrauch gemacht, und ein Netz sternförmiger Figuren, welche bald hell aus dunkler Grundmasse, bald dunkel in heller Umgebung erscheinen, für das Netzwerk der Hornhautzellen erklärt (His).

Weit sichrere Anschauungen aber gewährt die mit Goldchlorid behandelte Cornea. Die zelligen Elemente und die Nerven werden allein gefärbt, und erstere bewahren alles Detail. Dieses Reagens ist hier ersten Ranges, wie Cohnheim richtig bemerkte. Seine erhärtende Eigenschaft gestattet uns die Anfertigung senkrechter und flächenhafter Schnitte. Wir kommen alsbald auf die Anwendung des Goldes zurück.

Auch die Kombination der Versilberung mit der Goldmethode hat man empfohlen (Rollett).

Für manche Untersuchungszwecke ist aber die ganz frische durchsichtige Hornhaut unentbehrlich. Man entnimmt das Gebilde dem eben getödteten Thiere, und

schneidet von den Seiten her ein. Zur Befeuchtung dient etwa Humor aqueus und für die Erhaltung die feuchte Kammer (S. 61).

So ist die möglichst unversehrte Hornhaut des Frosches in neuerer Zeit vielfach zur Verwendung gekommen (Kühne, Recklinghausen, Engelmann). Man untersucht die mit ihrer Hinterfläche nach oben gekehrte Cornea am besten ohne Deckgläschen mit einem Immersionssystem.

Anfänglich sieht man soviel als nichts in dem wasserklaren durchsichtigen Gewebe; höchstens Streifen desselben und Andeutungen der Hornhautnerven. — Nach genauerem Zusehen findet man vereinzelt kleine mattglänzende Gebilde von bald rundlicher, bald länglicher, zuweilen gekrümmter Gestalt. Man überzeugt sich, wie jene Körper zarte Fortsätze ausstrecken, andere einziehen, kurz beständig Gestalt und Ort verändern. Es sind die schon S. 146 erwähnten wandernden Zellen Recklinghausen's.

Wartet man noch eine halbe Stunde, so beginnen die Hornhautkörperchen aus dem Gewebe hervorzutreten in Gestalt höchst blasser, polygonal erscheinender matter Flecke. Lässt man ungefähr noch eine halbe Stunde verfliessen, so werden unsere Hornhautkörperchen deutlicher; die matten Flecke sind durch strahlige Ausläufer unter einander verbunden, das Netz der Zellen ist sichtbar. Kerne gewahrt man in letzteren noch nicht. Kühne wollte sich von einer vitalen Kontraktilität jener Sternzellen überzeugt haben. Engelmann sah bei seiner Nachprüfung keine Spur davon. Form und Ortswechsel der wandernden Zellen dagegen sind jetzt wie früher (und bei passender Behandlung noch lange) zu bemerken.

Hinsichtlich letzterer Zellenformation wollen wir hier noch einer interessanten und wichtigen Beobachtung gedenken. Schon früher S. 60 erwähnten wir der Aufnahme kleiner Körnchen in das Innere derartiger amöboider Gebilde. Bringt man nun beim lebenden Frosch einen kleinen Einschnitt in dem Skleralrand der Hornhaut an, und reibt man hier Körnchen von Zinnober oder Karmin ein, so zeigt uns die nach zwölf und mehr Stunden isolirte Cornea verschiedene jener Zellen mit den Farbemolekülen im Innern, bisweilen ziemlich entfernt von der Wunde, durch das Gewebe in Wanderung begriffen.

Die beiden glashellen Begrenzungsschichten der Cornea betreffend, so kann man durch Abstreifen mit fest angedrückter Skalpellklinge leicht die Descemet'sche Haut isoliren. Eine unvollkommene Trennung der Membrana elastica anterior vom tieferen Cornealgewebe lässt sich durch Mazeration in Salzsäure erzielen.

Zur Erkennung der Doppelbrechung der Zwischensubstanz verwendet man getrocknete, in Kanadabalsam eingeschlossene Schnitte.

Schöne Bilder gewährt dann auch das Organ kleiner Embryonen für Zellen und Zwischenmasse. His empfiehlt Früchte des Rinds und Schweins von etwa 5 Cm.

Ueber die Untersuchung der Nerven der Hornhaut haben wir schon in einem früheren Abschnitte unserer Arbeit kurz gesprochen (S. 218), so dass wir auf das daselbst gegebene Detail verweisen können. — Indessen wir wollen hier noch eine genaue und angeblich unfehlbare Vorschrift E. Klein's anreihen. Sie rührt aus jüngster Zeit her, und ist eine Modifikation des Verfahrens von Hénocque (S. 98).

Das frische Organ des Kaninchens kommt (mit emporgerichteter Oberfläche) $^3/_4$—1 Stunde lang in eine Goldchloridlösung von 0,5%, dann dem Lichte ausgesetzt zum Auswaschen in destillirtes Wasser für 6—10 Stunden. Alsdann ist die ursprüngliche strohgelbe Farbe in ein Grau übergegangen. Jetzt bringe man das Ding in ein Fläschchen, welches 5—10 Kcm. einer nahezu gesättigten Lösung der Weinsäure enthält. Rasch ändert das Kolorit in einen tieferen Ton, in ein graues Violet um. Nun übertrage man das Fläschchen in eine annähernd gleiche Menge auf 40—50°C. erwärmten Wassers. Man wird nun schnell eine lebhafte violet-röthliche Färbung erhalten, welche beim Erkalten des Wassers einem unreinen, aber tiefen braunrothen Kolorit weicht. Darauf folgt neues Auswaschen für ein paar Stunden in Wasser. Hoyer lässt die durch Goldchlorid gut imbibirte

Hornhaut 16—24 Stunden (auch wohl länger) in destillirtem Wasser liegen, bis sie sich schwach graublau zu färben beginnt. Dann setzt er dem Wasser (30 bis 60 Grms.) 1 oder 2 Tropfen einer Pyrogallussäure enthaltenden photographischen Hervorrufungsflüssigkeit zu, um dieselbe eine viertel bis halbe Stunde lang einwirken zu lassen. Jetzt sollen die im Epithel gelegenen Nervenausbreitungen auf das Beste hervortreten. Goldchloridkalium von 0,5% hat die gleiche Wirkung.

Die Blutgefässe halten beim Erwachsenen nur den Randtheil des Organs ein, wie künstliche oder natürliche Füllungen lehren.

Die herrliche Transparenz der so zugänglichen Hornhaut macht sie mehr als jedes andere Gebilde geeignet zur künstlichen entzündlichen Reizung und dem Studium der hierbei stattfindenden Gewebeveränderungen. Sie wurde deshalb mannichfach zu derartigen Untersuchungen verwendet, und die gewonnenen Thatsachen im Sinne herrschender pathologischer Anschauungen gedeutet. Während vor Jahren die ausführliche Arbeit von His der Virchow'schen Theorie über die Betheiligung der Bindegewebekörperchen am entzündlichen Prozesse eine gewichtige Stütze zu verleihen schien, ist heutigen Tages gerade umgekehrt die Hornhaut zu einem Lieblingsobjekte der Forschung geworden, um die Richtigkeit der Waller-Cohnheim'schen Einwanderungslehre lymphoider Zellen darzuthun. Auch die Zweifler haben sich auf dieses Terrain begeben.

Um die Hornhautentzündung (Keratitis) herbeizuführen, reizt man unser Gebilde durch Bestreichen mit Kantharidentinktur, durch den Höllensteinstift, oder durch Einziehen von Fäden und Silberdrähten.

Nach 24 Stunden erhält man beim Kaninchen dann die gewünschte Entzündung, nach 2—3 Tagen bei Sommerfröschen, in der doppelten Zeit erst bei überwinternden Fröschen.

Hat man einem derartigen Frosche aufgeschwemmten Zinnober, Karmin oder noch besser Anilinblau mit einer Pravaz'schen Spritze in einen seiner Lymphräume eingeführt, so entsteht keine ernstlichere Störung im Befinden des Thieres. Die »gefütterten« Lymphoidzellen dringen jetzt als Eiterkörperchen von der Peripherie her in die Hornhaut ein, um sich an der gereizten Stelle anzuhäufen. Doch es sind nur wenige jener Zellen, welche als Marke ihrer Herkunft die Farbekörnchen im Leibe tragen. Eine beträchtlich grössere Anzahl derselben gewinnt man erst, wenn jene Farbestoffe mehrere Tage nach einander in die verschiedenen lymphatischen Räume eingetrieben worden sind.

Zur Beobachtung dient entweder von den Rändern mehrfach eingeschnitten die frische Cornea oder das vergoldete Organ.

Indessen auch in einer angeätzten Hornhaut, wenn sie nur lebend erhalten, sammeln sich um die Reizungsstelle solche Mengen lymphoider Zellen an, dass die im Momente der Abtrennung in jener vorhandenen Wanderzellen nicht ausreichen, diesen Bedarf zu decken (Hoffmann und Recklinghausen). Eine Entstehung jener zelligen Elemente von den sternförmigen Hornhautkörperchen kann demgemäss nicht geläugnet werden.

Das Blutgefässnetz, welches in Folge von Entzündung die vordere Hornhautfläche bedecken kann, bedarf nach den schönen Angaben Thiersch's über die Vaskularisation der Wunden (S. 234) einer erneuten Untersuchung.

Regenerationen treten an abgetragenen Stellen durch neugebildetes Cornealgewebe ein. Der gelbliche Saum, welchen die Hornhaut beim sogenannten Arcus senilis zeigt, besteht aus einer Fettablagerung in den Hornhautzellen und auch deren Zwischensubstanz, ist also eine jener beginnenden fettigen Degenerationen, wie sie im höheren Alter in anderen Körpertheilen sich ebenfalls einstellen.

Hornhautpräparate können tingirt, nach Extraktion des Wassers durch absoluten Alkohol, in Kanadabalsam eingeschlossen werden. In der Regel wird ein feuchter Einschluss in wässeriges Glycerin angewendet.

Das Gewebe der Sklera geht bekanntlich aus demjenigen der Hornhaut kontinuirlich hervor, besteht aber nach Art der fibrösen Häute aus einer fibrillär zerfallenen Interzellularsubstanz, welche sich beim Kochen in gewöhnlichen Leim und nicht mehr nach Art der Cornea in Chondrin verwandelt. Die platten Bündel jener Fibrillen durchkreuzen sich ziemlich rechtwinklig. Feine elastische Elemente und ein Netz von Bindegewebekörperchen treten nach Anwendung der Essigsäure aus der glashellen Zwischenmasse hervor.

Zur Untersuchung dienen einmal feine zerzupfte Stücke des frischen Gewebes, dann nach Art der Hornhaut getrocknete oder erhärtete Objekte. Hat man an solchen Iris und Chorioidea erhalten, so ist der unmittelbare Uebergang jenes Gewebes in das der Sklera schön zu beobachten; ebenso der Querschnitt des Schlemm'schen Kanals, der Ursprung des Musculus ciliaris und das Auslaufen der Descemet'schen Haut in das sogenannte Ligamentum iridis pectinatum.

Das System der Uvea besteht aus der Chorioidea und Iris, pigment- und gefässreichen, muskulöse Fasern enthaltenden Membranen, welche auf ihrer Innenfläche von einem pigmentirten Epithelium (Fig. 342), den sogenannten polyedrischen Pigmentzellen einer früheren Epoche, bekleidet sind. Zur Demonstration dieser Zellen (welche jedoch mit viel grösserem Rechte zur Netzhaut zu rechnen sind) kann man einmal das frische Auge benutzen, oder ein solches, welches halbirt entweder durch Chromsäure, chromsaures Kali oder die Müller'sche

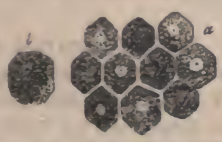


Fig. 342. Pigmentirte Plattenepithelien (sog. polyedrische Pigmentzellen) des Schafs.

Fig. 343. Sternförmige Pigmentzellen (pigmentirte Bindegewebekörperchen aus dem Auge des Säugethiers.

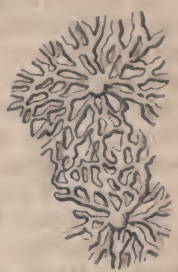


Fig. 344. Haargefässanordnung aus der Choriocapillaris der Katze.

Flüssigkeit erhärtet worden ist. Kleine Stücke des schwarzen Ueberzugs der frei gelegten Innenfläche können mit dem Skalpell oder der Staarnadel entnommen werden. Sie erfahren dann eine Ausbreitung mit Nadeln oder dem Pinsel und eine Bedeckung mit einem recht dünnen Deckgläschen. Zweckmässig ist ein vorheriges Einlegen in Osmiumsäure. Stark erhärtete Augen gestatten Durchschnitte der ganzen Uvea und so seitliche Ansichten der Epithelialbekleidung. Nach abwärts (d. h. gegen das Zentrum des Augapfels) senden unsere Zellen entweder zahlreiche pigmentirte Fäden oder zuweilen auch eine Art häutiger Röhre ab (Schultze, Morano). Diese Verlängerungen umscheiden die sogenannten Stäbchen der Retina, merkwürdige Gebilde, welche wir bald zu besprechen haben werden.

Interessante Bilder gewährt dann ein Albino-Auge, dasjenige des weissen Kaninchens, oder die pigmentfreie Bekleidung auf dem sogenannten Tapetum eines unserer Wiederkäuer. Man wird bei der Flächenansicht eine Mosaik polyedrischer Zellen erblicken, und an letzterem Orte zugleich Bilder gewinnen, welche lehren, wie an dem Randtheil jener Tapete Zellen mit spärlicher Melaninein lagerung die Uebergänge zur gewöhnlichen Pigmentzelle bilden.

Die eigentliche Chorioidea besteht bekanntlich aus einem weichen, sternförmige Zellen in netzartiger Verbindung zeigenden Bindegewebe, welches von

einer ausserordentlichen Menge der Blutgefässe durchsetzt wird. Jene Zellen zeichnen sich durch eine grosse Neigung aus, Pigmentmoleküle in ihrem Körper zu entwickeln und so zu sternförmigen Pigmentzellen (Fig. 343) zu werden.

Man unterscheidet mehrere Lagen der Chorioidea. Eine äussere lockere, an pigmentirten Zellen reiche Schicht von weichem Bindegewebe (Lamina fusca, Suprachorioidea) dient zur Verbindung mit der Innenfläche der harten Haut. Man erkennt an frischen zerzupften Präparaten ihren Bau leicht; ebenso ihre Anordnung zum Nachbargewebe an Schnitten durch Sklera und Uvea eines stärker in Chromsäure erhärteten Auges.

Unter der sogenannten Lamina fusca folgt eine mittlere, die grösseren arteriellen und venösen Gefässverzweigungen darbietende Lage jener bindegewebigen Substanz. Zur Erkennung dieser an Pigment ärmeren Schicht dient ebenfalls das frische Gewebe oder ein mit transparenter Masse vorher injizirtes Auge. Endlich erscheint als dritte Lage ein mehr homogenes, pigmentfreies Stratum, die sogenannte Choriocapillaris, welche ein merkwürdig reiches, sehr engmaschiges Netz zierlicher Haargefässe führt (Fig. 344). Auch hier greife man entweder zu einem injizirten Sehwerkzeuge (Kalb, Schaf, Katze), oder entnehme einem Chromsäurepräparat ein Stückchen Chorioidea, und befreie es nach Möglichkeit von den äusseren Lagen und durch vorsichtiges Abpinseln in Glycerin von dem die Innenfläche bedeckenden pigmentirten Plattenepithelium. Meistens wird man noch hinreichende Blutkörperchen in jenem Haargefässnetz erhalten finden.

Als elastische Lage der Chorioidea hat man die feine glashelle selbstständigere Grenzschicht der Choriocapillaris gegen das Plattenepithelium hin bezeichnet. Zu ihrer ersten Wahrnehmung kann eine Falte der frischen Chorioidea benutzt werden; als Zusätze dienen Säuren und Alkalien.

Interessante senile Umänderungen, Verdickungen, kuglige, drusige Konkretionen, welche die Pigmentepithelien verdrängen und die Retina komprimiren können, vielfach mit Ablagerungen von Kalkmolekülen, erfährt diese Lamelle (Müller). Auch andere Glashäute des Auges nehmen mit dem Alter an Dicke zu.

Die erwähnten Injektionspräparate gestatten, durch Alkohol entwässert, einen hübschen Einschluss in kaltem (mit Chloroform verdünntem) Kanadabalsam oder alkoholische Harze; das Uebrige legt man feucht ein.

Zur ersten Wahrnehmung des Ziliarmuskels dienen Schnitte eines getrockneten Auges. Man wird hier die meridianartig verlaufenden Faserzüge, ebenso an guten Durchschnitten die kreisförmig angeordneten, welche Müller entdeckt hat, gewahren. Zur weiteren Untersuchung bediene man sich der für das Bindegewebe und die kontraktilen Faserzellen üblichen Reagentien, der 30 bis 40 %igen Kalilauge, des Palladiumchlorür mit nachfolgender Karminfärbung, der Schwarz'schen Doppeltinktion etc. Nach Flemming kann man die in Chlorpalladium erhärteten kontraktilen Faserzellen hinterher durch die erwähnte Kalilauge noch isoliren. Doch ist alsdann eine lange, 12—24stündige Einwirkung der letzteren erforderlich.

Die Untersuchung des Ziliarkörpers nehme man an feinen Schnitten eines vorher mit transparenter Leimmasse injizirten, in Chromsäure oder Alkohol erhärteten Auges vor. Man wird das zierliche reiche Gefässnetz in dieser Weise am genauesten verfolgen können. Auch hier, wie bei der Iris, verdient das mit Karmin injizirte Auge des weissen Kaninchens den Vorzug.

Zur ersten Erkennung des Baues der Iris vermeide man dunkeläugige Geschöpfe, indem die in ihrem Gewebe vorkommenden sternförmigen Pigmentzellen die Untersuchung sehr erschweren. Das Auge eines Neugebornen oder eines helläugigen Kindes verdienen hier empfohlen zu werden. Die Methoden bestehen, nach Entfernung einer etwaigen pigmentirten Epithelialschicht (welche man vorher in Essig- oder Oxalsäure mazeriren kann) durch den Malerpinsel, einmal im Zer-

reissen, dann im Untersuchen ganzer Stücke unter der Anwendung der Essigsäure für Bindegewebe, der verdünnten Natronlauge für Nerven und für glatte Muskulatur in der Benutzung der bei jenem Gewebe zur Zeit üblichen, soeben noch angeführten Reagentien. Man wird sich so auch von der Existenz eines Dilatator pupillae überzeugen können, über welchen in letzterer Zeit mannichfache Debatten geführt worden, und der doch nicht allzuschwer zu erkennen ist. Ein kleineres weisses Kaninchen gestattet dann auch noch die ganze oder halbe Blendung zum Studium der gröberen Muskelanordnung mit Essigsäure behandelt, ebenso auch unter Natronbeigabe für das Verfolgen der Irisnerven bei schwächerer Vergrösserung zu benutzen. Derartige mit Karmin tingirte Objekte, in einer schwachen Essig-

Fig. 345. Schematische Darstellung der Krystalllinse des Menschen. *a* Die Kapsel; *c* die Linsenfasern mit verbreiterten Enden (*d*) an die vordere Lage des Epithelium *b* sich ansetzend, ebenso nach hinten an die Kapsel angelagert *e*; *f* die sogenannte Kernzone.

Fig. 346. Linsenfasern des menschlichen Embryo von acht Monaten. *a* Fasern mit einem Kerne; *b* eine, welche den Zellencharakter noch darbietet; *c* die platte Form der Seitenansicht; *d* Fasern mit zwei und drei Kernen.

säure ausgewaschen, machen sich sehr hübsch, ebenso transparente Injektionen der Blutbahn.

Ueber die Aufbewahrungsmethoden ist nichts Besonderes zu bemerken.

Was die brechenden Organe, Linse und Glaskörper, angeht, so ist das Gewebe des letzteren schon in einem der vorhergehenden Abschnitte unseres Buches (S. 161) besprochen worden, die Krystalllinse dagegen, obgleich im Grunde ein epitheliales Gebilde, noch nicht zur Sprache gekommen.

Zur Untersuchung der Linsenkapsel (Fig. 345, *a*) und des an der Hinterfläche des vorderen Kapselsegmentes vorkommenden höchst zarten Plattenepithelium (*b*) kann man jedes ganz frische Auge eines etwas grösseren Säugethieres verwenden. Die mit der Linse isolirte Kapsel wird durch einen Einschnitt abgelöst, und in Fragmenten unter Beigabe von Glaskörperflüssigkeit unter das Mikroskop gebracht. Schwache Vergrösserungen mit stark beschattetem Sehfelde zeigen die Ränder und Falten der glashellen Membran alsbald. Stärkere Objektive lehren den durchaus homogenen Bau der Glashaut und unter abermaliger beträchtlicher Abblendung das pflasterförmige Epithelium kennen. Sehr bequem ist hier der Zusatz von Anilinroth, indem sehr schnell und ohne jede Gewebeänderung die Tinktion erfolgt. Andere Färbungsmethoden führen natürlich auch zum Ziel.

Unvollkommen jedoch nur wird man an einem frischen Linsenabschnitt auch

bei Benutzung jener beiden Hülfsmittel die Linsenfasern (Fig. 346) zu erkennen vermögen.

Hier sind dann verschiedene Hülfsmittel empfohlen; so die Mazeration in hoch verdünnter Schwefelsäure (4—5 Tropfen der Säure von 1,839 spez. Gewicht auf 1 Unze Wasser), welche die Linsenfasern isolirt (v. Becker), in Salzsäure von 0,1—1% (Moriggia), ferner die vorbereitende Erhärtung in Chromsäure, doppelchromsaurem Kali oder Müller'scher Flüssigkeit (Zernoff). Auch mit Alkohol kann man zum Ziel kommen, aber weniger gut, sowie auch mit dem Abblättern dünner schaliger Stücke von einer getrockneten Linse. Bei der an sich so beträchtlichen Durchsichtigkeit des Organs vermeidet man an manchen Chromsäurepräparaten aufhellende Zusätze, wie das Glycerin. Bisweilen vermag an solchen Objekten noch die Anilintinktion passend vorgenommen zu werden. Andere stärker verdunkelte können durch Glycerin oder Essigsäure wieder aufgehellt werden. Auch ein 15 Minuten dauerndes Einlegen in eine Höllensteinlösung von 0,125—0,1% hat man gerühmt (Robinsky).

Fig. 347. Querschnitt der Linsenfasern aus dem getrockneten Organ.

Die Linsenröhren und die Kerne der Aequatorialzone treten leicht hervor (Fig. 345, *f*). Um die Entstehungsverhältnisse jener Fasern zu den Epithelien der Kapsel zu erkennen, bediene man sich einer stärker gehärteten in ihrer Kapsel steckenden Linse und der äquatorialen sowie meridionalen Schnitte aus jener Gegend.

Aequatoriale Schnitte können aus der hinreichend erhärteten Krystalllinse gewonnen werden, und so die zierliche Mosaik der rechtwinklig getroffenen Linsenröhren erkennen lassen. Eine an der Luft ziemlich weit eingetrocknete Linse hat, im richtigen Augenblick verwendet, nicht selten noch einen Konsistenzgrad, dass sie bequemes Schneiden gestattet, ohne zu zersplittern. Aus ihr erhält man sehr hübsche Querschnittsobjekte (Fig. 347). Eine stärker gehärtete Linse vermag uns an Schliffen ein ähnliches Bild zu gewähren. Die vorherige Durchtränkung mit einem Gemisch von dickem Gummischleim und etwas Glycerin ist beim Trocknen ebenfalls zu versuchen.

Fig. 348. *a—c* Linsenzellen eines zweizölligen Schweinsfötus. *a* Ursprüngliche Zellen; *b* oval verlängerte; *c* länger ausgewachsene, im Uebergang zu Linsenröhren. *d* Epithelium der Linse vom achtmonatlichen menschlichen Embryo; *e* Zellen des sogenannten Humor Morgagnii.

Trübungen der Linsenkapsel, zum Theil mit Ablagerungen von Elementarkörnchen, ebenso Einbettungen von Fettmolekülen in die Epithelialzellen und Linsenfasern, von Körnchen zwischen die letzteren, Kalkniederschläge u. A. sind keine seltenen Vorkommnisse. Die Untersuchungsmethoden bleiben die alten.

Zur Ermittelung der ersten Entstehung und der fötalen Strukturverhältnisse der Linse (Fig. 348) sowie des Glaskörpers dienen in absolutem Alkohol oder in Chromsäure erhärtete Embryonen von Mensch und Säugethier. Bei Embryonen des Schafs von 14—16mm ist noch alles zellig; bei menschlichen Früchten von etwa 8—9 Wochen scheinen ebenfalls nur zarte spindelförmige Zellen die Linse herzustellen (Kölliker). Das Verhalten eines zweizölligen Schweinsfötus zeigt unsere Figur. Früchte des Thieres von 8 Cm haben schon einen faserigen Kern (Schwann).

Aufbewahrungen versuche man in stark gewässertem Glycerin.

Die Membrana hyaloidea erkennt man leicht am erhärteten und auch schon am frischen Organ.

In letzterem Zustande nach Abpinseln des Epithelium gewahrt man nothdürftig die Fasern der Zonula Zinnii. Bei weitem schöner und schärfer treten die letzteren am erhärteten Auge hervor.

Gehen wir nun zu dem nervösen Theile des Augapfels, der Netzhaut oder Retina über, so liegt uns in dem so schwierig zu ermittelnden höchst verwickelten Bau der äusserst delikaten und veränderlichen Membran eins der mühsamsten, allerdings auch anziehendsten Objekte mikroskopischer Forschung vor. Unendlich vieles ist schon über die so wunderbare Retina in älteren und neueren Tagen gearbeitet worden, und hat auch an der Hand der neueren Hülfsmittel die Kenntniss jener Haut sehr grosse Fortschritte gemacht, so bleiben immerhin noch manche physiologisch wichtige Texturfragen bis zur Stunde ungelöst.

Um die ersten Uebersichtspräparate zu erhalten, wird man gegenwärtig in der Regel zu einem künstlich erhärteten Auge greifen. Bei geöffnetem Augapfel dient Chromsäure von 0,5—0,2% (bei uneröffnet eingelegtem von stärkerer Konzentration), oder entsprechende Menge des doppelchromsauren Kali. Nichts aber möchten wir für das uneröffnete Auge zur Zeit mehr empfehlen, als die Müller'sche Flüssigkeit. Sie erhält Zapfen und Stäbchen sehr schön, was mit den andern Lösungen nicht oder nur unvollkommen zu gelingen pflegt; nach 2—3 Wochen (aber auch noch viel später) kann untersucht werden. Auch der Alkohol, welchen man früher als ungeeignet ansah, hat in letzterer Zeit lebhafte Empfehlung gefunden (Henle, Ritter), ebenso, für den bindegewebigen Theil wenigstens, das (S. 82 erwähnte) Gemisch von Chlorplatin und Chromsäure (Merkel).

Fig. 349. Die Retina des Menschen senkrecht durchschnitten (etwa einen halben Zoll von der Eintrittsstelle des Sehnerven entfernt). 1 Stäbchen- und Zapfenschicht; 2 äussere Körnerschicht; 3 die Zwischenkörnerlage; 4 innere Körnerschicht; 5 sogenannte molekuläre Lage; 6 Schicht der Ganglienzellen; 7 Ausbreitung der Sehnervenfasern; 8 Radialfasern; 9 ihre Insertion an der inneren Begrenzungshaut, der Membrana limitans interna 10.

Dünne Vertikalschnitte aus dem Grunde des Bulbus werden sich an solchen Netzhäuten mit einer scharfen Messerklinge leicht anfertigen lassen.

Ein derartiger Vertikalschnitt in der Erhärtungsflüssigkeit unter etwas Glycerinzusatz untersucht (nach Umständen noch sehr passend vorher durch Glycerinkarmin gefärbt) und mit sehr dünnem Deckgläschen schonend bedeckt, zeigt alsbald die so mühsam der Wissenschaft eroberten zahlreichen Lagen der Retina, von welchen uns die nebenan stehende Zeichnung (Fig. 349) die nothwendige Vorstellung in's Gedächtniss zurückrufen kann. Ganz ähnlich behandelt ergeben die verschiedenen Lokalitäten der Retina ihre ersten Struktureigenthümlichkeiten.

Man kann gegenwärtig, unterstützt durch die fortgeschrittene Kenntniss der Bindesubstanzen, in einer jeden Retina eine ansehnlich entwickelte bindegewebige Gerüstesubstanz nachweisen, deren Erkenntniss indessen durch die ausserordentliche Feinheit der Elemente beträchtlich erschwert wird. Die beste Untersuchung jener Gerüstemasse rührt von M. Schultze her.

Durchsetzt wird dieselbe von den nervösen Elementen, zu welchen die Lage der Optikusfasern (Fig. 349, 7) und der Ganglienzellen der inneren Partie (6), dann die Zapfen (und Stäbchen) der Aussenlage (1), ebenso ein Theil der Elemente der Körnerschichten (2. 4) zählen, sowie endlich ein System theilweise radial verlaufender feinster Nervenfasern, welches man erst in späterer Zeit von den bindegewebigen Stützfasern unterschieden hat.

Schon für das bisher Geschilderte wird die Kontrole am frischen Auge erfor-

derlich. Man entnimmt dem in einem Schälchen unter Iodserum eröffneten Auge ein Stück der Nervenhaut. Eine vorsichtig gebildete Falte, durch ein nebenan befindliches Fragment eines Deckgläschens vor dem Druck des aufgelegten Glasplättchens geschützt, wird uns die verschiedenen Lagen mehr oder weniger erkennen lassen. Zweckmässiger sind allerdings auch hier feine Vertikalschnitte. — Glaube man nicht, dass eine übergrosse Kunst zu ihrer Anfertigung gehöre. Man bringe das vorsichtig abgelöste Retinastück eines frischen Ochsenauges auf die mikroskopische Glasplatte oder auf eine Korktafel, und versetze es mit ein wenig Glaskörperflüssigkeit oder Iodserum. Dann versuche man mit einer befeuchteten scharfen Klinge, etwa derjenigen eines Staarmessers oder eines konvexen kleinen Skalpells, durch vorsichtigen Druck und unter wiegender Bewegung möglichst feine Schnitte zu erhalten. Manche dieser Versuche werden verunglücken, einzelne Objekte aber die hinreichende Dünne besitzen, um, unter denselben Kautelen wie eine Falte behandelt, eine erfolgreiche Untersuchung zu gestatten.

Für weitere Studien können dann solche Schnitte (bei welchen man allerdings vor einer Verschiebung der Elemente nicht geschützt ist, und die desshalb wiederum der Kontrole anderer Methoden bedürfen) weiter zerzupft werden. Zweckmässig ist auch bei solchen die Anwendung schwacher Chromsäure oder des verdünnten Müller'schen Gemisches.

Einzelnes über das oben erwähnte bindegewebige Gerüste der Retina erkennt man schon an der Hand der bisherigen Methoden; doch erlangt man niemals ein nur halbwegs ausreichendes Bild. Man bedarf hierzu, wie uns Schultze gelehrt hat, anderer Hülfsmittel, derselben, welche schon beim Geruchsorgan zur Sprache gekommen sind.

Es zählen dahin die Chromsäure im Zustande hochgradiger Verdünnung (S. 76), die sehr wässrige Schwefel- (S. 73) und die konzentrirte Oxalsäurelösung (S. 77).

Um sich die bindegewebige Gerüstebildung der Retina in erster Anschauung vorzuführen, giebt jener Forscher an, nehme man das Auge eines Fisches, da hier die Anordnung leichter als beim Säugethier zu erkennen ist. Der im Aequator halbirte Bulbus eines eben getödteten Flussbarsches kommt einen bis drei Tage lang in die bekannte hochverdünnte Lösung der Chromsäure, wo in 30 Kcm. Wasser 15, 12, 10 Millegrms Säure (oder 3—12 Centigrms doppelchromsaures Kali) enthalten sind. Dann untersucht man, zerzupft sorgsam, und benutzt die gewaltigen Vergrösserungen der Hartnack'schen Immersionssysteme. Während so einmal die bindegewebige Gerüstesubstanz durch jene Chromsäurelösungen erkennbar wird, kommt letzteren noch die schon besprochene treffliche Eigenschaft zu, an den feinen nervösen Fasern Varikositäten zu bewirken und, wie in der Regio olfactoria so auch in der Netzhaut, die Unterscheidung beiderlei Fasersysteme zu ermöglichen.

Auch die konzentrirte wässrige Lösung der Oxalsäure ist zu jener Untersuchung und Unterscheidung ein ausgezeichnetes Mittel, indem sie das bindegewebige Gerüste erblassen macht, und die nervösen Elemente etwas erhärtet und so deutlicher hervortreten lässt. Dabei ist man nicht an eine bestimmte Zeit gebunden, indem man schon nach wenigen Stunden, aber auch erst nach einigen Tagen zur Beobachtung übergehen kann.

Ferner erhält eine Schwefelsäure von 0,6% die nervösen Elemente sehr gut, dabei aber zugleich auch diejenigen des Bindegewebegerüstes.

Später hat der genannte Gelehrte in der Osmiumsäure ein wichtiges Hülfsmittel zur Ermittlung des uns beschäftigenden Texturverhältnisses gefunden. Wir kommen auf jene zurück.

Mit solchen Methoden hat die bindegewebige Gerüstemasse die nachfolgende Anordnung ergeben (Fig. 350 *A*).

Von ihr wird, mit Ausnahme der Stäbchenschicht, die ganze Retina durchsetzt. Ein System radialer oder Müller'scher Stützfasern (*c*) bildet mit seinen zahllosen feinen Ausläufern ein zartes Netzwerk, welches an zwei Stellen, nämlich in der Zwischenkörnerschicht (*d*) sowie der molekulären Lage (*g*), eine ausserordentliche Feinheit und Dichtigkeit gewinnt, und hier zu einem förmlichen Schwammgewebe, demjenigen der grauen Gehirnsubstanz verwandt, sich gestaltet. Nach einwärts bilden jene Stützfasern, unter eigenthümlicher Verbreiterung zusammenstossend, eine glasartige, bindegewebige Grenzschicht, die Membrana limitans interna (*l*). Nach aussen, über der sogenannten äusseren Körnerlage, ergibt sich eine zweite ähnliche Grenzschicht, aber feiner und siebartig durchlöchert. Es ist dieses die Limitans externa (*a*).

Handelt es sich nun ferner um die feineren Texturverhältnisse der nervösen Retinaelemente, sowie schliesslich um die Verbindung derselben, so sind die Methoden, welcher man sich auf diesem schwierigen Gebiete bis vor Kurzen bedient hat, bereits im Vorhergehenden erwähnt worden.

Zur Mazeration dienen eben die für das bindegewebige Gerüst erwähnten verschiedenen Säuren, unter welchen die hochverdünnten Solutionen der Chromsäure die meiste Anwendung gefunden haben. Auch entsprechende Lösungen des doppelchromsauren Kali, sowie die mit Wasser verdünnte Müller'sche Flüssigkeit müssen als zweckmässig empfohlen werden. Ein sorgfältiges Zerzupfen hat sich natürlich anzureihen.

Zur Erhärtung, um hinterher sehr feine Schnitte zu gewinnen, kommen die stärkeren Lösungen der Chromsäure und ihres Kalisalzes, sowie vor Allem die Müller'sche Mischung zur Verwendung. Eine sehr schonende Karminfärbung wird mancherlei noch deutlicher zu machen vermögen, obgleich ihr Werth hier geringer ausfällt als für viele andere Organe.

Dass für so unendlich zarte Texturverhältnisse wiederum die stärksten Objektive zur Verwendung kommen müssen, brauchen wir kaum zu bemerken.

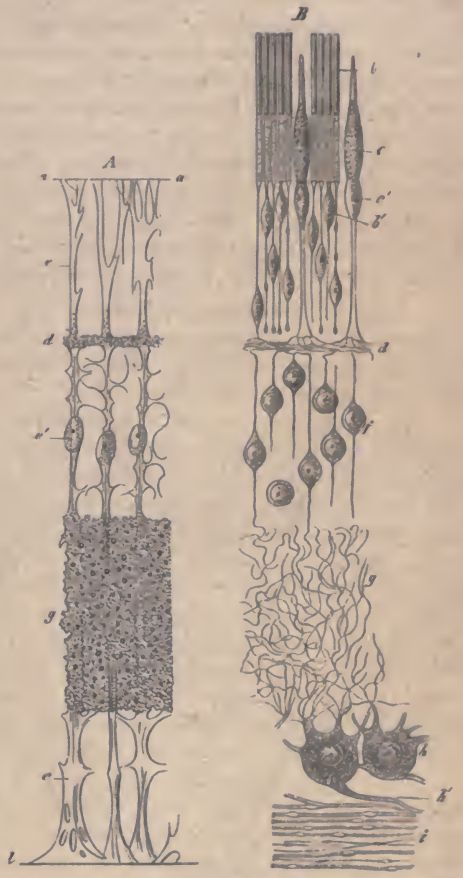


Fig. 350. Schematische Darstellung der Retina des Menschen und der Wirbelthiere nach M. Schultze. *A* Bindegewebiges Gerüst der Netzhaut. *a* Membrana limitans externa; *c* radiale oder Müller'sche Stützfasern mit ihren Kernen c^1; *l* limitans interna; *d* Gerüstemasse der Zwischenkörner- und *g* der molekulären Schicht. — *B* Nervenelemente der Retina; *b* Stäbchen mit Aussen- und Innengliedern sowie dem Stäbchenkorn (b^1); *c* Zapfen mit dem Stäbchen und Korn (c^1); *d* Ausbreitung und scheinbare Endigung der Zapfenfaser in der Zwischenkörnerschicht mit dem Uebergang zu feinsten Fibrillen; *f* Körner der inneren Körnerschicht; *g* Gewirr feinster Fäserchen in der Molekularschicht; *h* Ganglienzellen; h^1 ihr Axenzylinderfortsatz; *i* Nervenfaserlage.

Stäbchen und Zapfen pflegen sich in schwachen Lösungen der Chromsäure und des chromsauren Kali nicht gut zu erhalten; unbrauchbar sind die von

Schultze angegebenen äusserst verdünnten Solutionen. Gut konservirt sie die Müller'sche Augenflüssigkeit. Vortrefflich fand die Stäbchen Schultze erhalten in der konzentrirten Oxalsäure; auch die oben angeführte Schwefelsäure von 0,6% ist für Stäbchen zweckmässig. Verhältnissmässig leicht wird die Erkennung der letzteren mit Aussen- und Innenglied am ganz frischen Auge unter Zugabe von Humor aqueus und vitreus oder Iodserum, wobei zugleich eine Menge von Trümmern und zum Theil sonderbar verunstaltete Exemplare uns entgegen treten. Um die Mosaik der Stäbe und Zapfen von oben her zu erkennen, bildet ein Stückchen frischer Retina mit emporgerichteter Aussenfläche ohne Deckgläschen unter das Mikroskop gebracht das beste Objekt.

Die Aussenglieder und Innenglieder der Stäbchen, erstere (Fig. 350 *B. b.*, Fig. 351 und 352) von stärkerem Lichtbrechungsvermögen, letztere zartrandig und in der Karminlösung sich röthend (Braun), entdeckt man ziemlich leicht, ebenso den vom zugespitzten Ende des Innengliedes entspringenden sehr feinen und vergänglichen Faden. Bereits vor Jahren gelang es Schultze mit seinen bekannten hochverdünnten Chromsäurelösungen, Varikositäten an jenen und somit ihre nervöse Natur gegenüber den bindegewebigen Stützfasern darzuthun.

Schon damals aber erkannte man auch die Unmöglichkeit, jene feinsten Stäbchenfasern durch die ganze Dicke der Retina zu verfolgen, indem nur über beschränkte Stellen ihr Verlauf als ein radialer sich erhält.

Auch die Erkennung der Zapfen (Fig. 350. *c.* Fig. 353) sowie ihrer stäbchenförmigen Endtheile (Zapfenstäbchen) gelingt mit jenen älteren Methoden, wenn auch die ausserordentliche Veränderlichkeit der Zapfenstäbe die Wahrnehmung ihres wahren Baues sehr erschwert.

Die unter der Limitans externa auftretende äussere Körnerlage zeigt ziemlich leicht die variköse Stäbchenfaser, sowie die in jene eingebettete spindelförmige und quergestreifte kleine Zelle (Stäbchenkorn) mit Kern und Kernkörperchen. Gleichfalls gewahrt man die am inneren Zapfenende angesetzte analoge (aber nicht wie beim Stäbchenkorn (Fig. 351. 1) mit Querstreifen versehene) Bildung, das Zapfenkorn. Schon vor Jahren hatte H. Müller Differenzen dieser Stäbchen- und Zapfenkörner richtig erkannt. Die von den Zapfen austretenden breiteren Fasern liessen eine Verschiedenheit von den feineren varikösen Stäbchenfibrillen erkennen, und schienen an der Grenze der Zwischenkörnerschicht mit kegelförmig verbreiterten Endtheilen in befremdlicher Weise aufzuhören (Müller, Henle), so dass selbst Schultze eine Zeit lang ihre nervöse Natur bezweifeln wollte, wogegen aber die ganz aus verfeinerten Zapfen hergestellte Macula lutea mit ihren schief gerichteten Zapfenfasern einen gewichtigen Einwand bildete.

Die innere Körnerlage (Fig. 350 *B f*) zeigt uns ebenfalls unschwer eine analoge kleine Zelle mit Kern und Kernkörperchen, wie sie uns als Stäbchenkorn in der äusseren gleichgenannten Schicht der Retina vorkam. An einer Anzahl dieser sogenannten Körner entspringen von den beiden Polen wiederum sehr feine radiale Fädchen, welche aber keinen Zusammenhang mit den varikösen Fasern der Stäbchen erkennen liessen. Schon vor Jahren glückte es dann Müller und Schultze, von jenen Körnern die ovalen Kerne des Stützfasergerüstes (*A. e*) zu unterscheiden.

Verhältnissmässig leicht, namentlich bei grossen Säugethieren, erkennt man ferner an der Hand der älteren Methoden die Schicht der multipolaren Ganglienzellen (*B h*) und ihre wechselnde Mächtigkeit an den verschiedenen Stellen der Retina.

Auch die flächenhafte Ausbreitung der (in der Regel marklosen) Retinafasern (*i*) in der Innenschicht der nervösen Elemente bietet keine grösseren Schwierigkeiten dar, weder an Flächenansichten noch dünnen Vertikalschnitten. Ein vortreffliches Objekt gewähren die Netzhäute des Kaninchens und Hasen, wo unsere

Nervenröhren, ausnahmsweise als zwei Züge markhaltiger Fasern einstrahlend, überaus leicht zu bemerken sind.

Wir haben hier in gedrängtester Kürze die Hauptergebnisse früherer Forschungen erwähnt. — Auch die grossen Verschiedenheiten, welche die Retina nach den verschiedenen Gruppen der Wirbelthiere darbietet, stellten sich mehr und mehr heraus (Müller). Die riesengrossen Stäbe der Frösche, die sonderbaren Zwillingszapfen der Knochenfische, die oft zierlich gefärbten Fettkugeln an der Basis des Zapfenstäbchens bei Vögeln und beschuppten Amphibien mussten das Interesse der Beobachter fesseln. Gegenwärtig können wir sagen, dass Stäbchen und Zapfen bei den Wirbelthieren weit verbreitet, aber keineswegs überall vorhanden sind. So besitzen sie zwar die meisten Säugethiere (Affen, Ochse, Pferd, Hund etc.) gleich dem Menschen. Doch das Auge der Fledermäuse, des Igels, des Maulwurfs, der Maus und des Meerschweinchens führt nur Stäbe und keine Zapfen. Ganz spärlich und unentwickelt zeigt die letzteren Gebilde die Retina des Kaninchens und der Katze. Die Vögel besitzen einen Ueberschuss der Zapfen (nur bei den Eulen treten diese Elemente ganz zurück, und gefärbte Fettkugeln fehlen). Nur Zapfen und keine Stäbchen erscheinen in Netzhäuten der Eidechsen und Schlangen. Rochen und Haie entbehren wiederum im Gegensatz zu den Knochenfischen der Zapfen gänzlich (Schultze). Auf die wichtigen physiologischen Konsequenzen dieser merkwürdigen Verhältnisse können wir hier nicht weiter eintreten. Uns genügt, ihrer zu praktischen Zwecken, zur Wahl des Untersuchungsmaterials, Erwähnung gethan zu haben.

Wie erwähnt, ist in der Osmiumsäure (S. 96) durch M. Schultze ein weiteres, vortreffliches Hülfsmittel zur Erforschung der Retina erkannt, und bei ausgezeichneten Arbeiten mit grösstem Erfolge dieses Reagens benützt worden*).

Zur Verwendung halte man sich eine 2 oder 1%ige Lösung vorräthig, um sie in einem Maasszylinder beliebig verdünnen zu können. Man kann bis zu 0,1% herunter gehen. Stärkere Lösungen von 1—0,25% wirken (ohne Gerinnungen zu bilden) schnell erhärtend, so dass man schon nach einem halbstündigen Einlegen Stücke der Retina in der Richtung ihrer Radialfasern in Blätter zerfällen, und die nervösen Elemente erkennen kann, während der bindegewebige Stützapparat noch wenig hervortritt. Solche Präparate können einen Tag lang in der Lösung bleiben und noch Tage lang ausgewaschen in Wasser (welches auch als Zusatz bei Osmiumpräparaten dient), ebenso in Alkohol und essigsaurem Kali behufs weiterer Untersuchung aufbewahrt werden.

Die Schwärzung, welche sehr rasch erscheint, ist anfänglich eine mehr gleichmässige. Später färben sich oftmals die Nervenfasern, die molekuläre und Zwischenkörnerschicht stärker als die übrigen Theile. Dunkler und scharf abgesetzt vom Innentheil erscheint in der Regel das Aussenglied der Stäbchen, ganz besonders und höchst auffallend beim Frosche und bei Fischen.

Schwächere Konzentrationsgrade der Osmiumsäure von 0,2% und weniger wirken nicht mehr allein erhärtend, sondern auch zugleich mazerirend. Das Präparat ist jetzt weniger brüchig, und gestattet ein Zerzupfen mit Nadeln. Gewöhnlich genügt eine Wirkung von einem halben bis ganzen Tag. In jenen schwächeren Solutionen können die Nervenfasern Varikositäten gewinnen.

Das bindegewebige Gerüste erhärtet später als die nervösen Elemente.

Um Stäbchen und Zapfen vollkommen zu konserviren, nehme man das lebenswarme Auge, entferne das hintere Segment der Sklera bis über den Aequator, und lege in eine Solution ein, welche etwa 2% getrockneter Säure enthält. Man erhält schon nach einigen Stunden die gewünschte Wirkung. Zusatz- und Aufbewahrungsflüssigkeiten haben wir schon erwähnt.

*) Goldchlorid und Goldchloridkalium verdienten endlich für die Retina eine genauere Prüfung.

Für den Aussentheil der Retina kam Schultze zu wichtigen Ergebnissen. Die Stäbchenfasern gelangen bis an die Zwischenkörnerschicht (Fig. 350 *B*.), um hier mit leichten Anschwellungen der Beobachtung sich zu entziehen. Die breiteren Zapfenfasern gleichen ganz einem Axenzylinder, lassen zarte Längsstreifen (vielleicht als Andeutung weiterer Zusammensetzung) erkennen, und bilden an der nämlichen Lokalität die schon erwähnte kegelförmige Verbreiterung (*d*). Aus dem Grunde letzterer entspringt dann ein neues System höchst feiner Fäserchen, welche unter zahlreichen Durchkreuzungen eine andere und zwar wagerechte Richtung annehmen. Varikositäten sprechen für die nervöse Natur letzterer Fibrillen.

In den Innenschichten der Retina bleibt die Verbindung der nervösen Elemente zur Zeit noch ganz dunkel. Ob die radialen mit einem Korn verbundenen Fasern der innern Körnerschicht (*f*) mit jenem aus der Auflösung der Zapfenfaser entstandenen Gewirr feinster Fäserchen zusammenhängen, vermögen wir darum noch nicht zu sagen.

Das ähnliche Fasergewirr, vielleicht aus den Radialfasern der inneren Körnerschicht entstanden, durchsetzt auch noch die Molekulärschicht (*g*), um möglicherweise in die feinen oder sogenannten Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen (*h*) überzugehen (vergl. S. 207, Fig. 183). Sollte sich diese Vermuthung Schultze's bestätigen (wodurch eine Parallele mit der Textur der grauen Masse der Zentralorgane resultirte), und sollte das Ausläufersystem einer Zapfenfaser hierbei in verschiedene Ganglienzellen sich einsenken, so würde sich freilich eine Komplikation der Nervenbahnen ergeben, welche von unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln nicht bewältigt werden kann.

Wahrscheinlich ist ein nach einwärts gekehrter breiterer Ausläufer der Ganglienzellen der Retina dem sogenannten Axenzylinderfortsatz der zentralen

Fig. 351. Struktur der Stäbchen (Schultze). 1 diejenigen des Meerschweinchens im frischen Zustande mit Innen- und Aussenglied, links in Verbindung mit einem querstreifigen Korn. 2 des Macacus Cynomolgus in Iodserum mazerirt mit dem »Litter«'schen Faden.

Fig. 352. Struktur der Stäbchen (Schultze). 1 vom Huhn, 2 vom Frosch (im frischen Zustande), 3 vom Salamander (ebenso), 4 vom Hechte (gleichfalls frisch); 5 Plättchenzerfall eines mit Essigsäure behandelten Stäbchens vom Frosch; *a* linsenförmiger Körper.

Zelle entsprechend und einfach zu einer Primitivfaser der Nervenschicht sich gestaltend (*h*).

Es würde uns weit hinausführen über die engen Schranken dieses Buches und die Bedürfnisse unseres Leserkreises, wollten wir hier noch der neuesten Erwerbungen auf diesem Gebiete ausführlicher gedenken. So hat man einen problematischen Axenfaden im Stäbchen angenommen (Fig. 351, 2), welcher dem

Aussengliede sicher mangelt (Schultze). Im Innengliede der Stäbchen, da wo es den Aussentheil anrührt, hat man ferner einen besonderen linsenartigen Körper von halbkugliger oder planparabolischer Gestalt angetroffen (Fig. 352. *a*). Auch im Zapfen (Fig. 353. *b*) scheint etwas Derartiges vorzukommen. Zu einer (allerdings vergänglichen) Aufbewahrung dieser Gebilde kann man eine Lösung des doppelchromsauren Kali versuchen.

Von Interesse ist ferner eine schon vor längeren Jahren unvollkommen gesehene, aber erst in der letzten Zeit genauer erkannte und studirte Plättchenstruktur der Stäbchen. (Fig. 352. 5). Am frischen Stabe erkennt man davon selten etwas; nur Beobachtungen mit schiefem Lichte und drehbarem Objekttisch, wenn eins der stärksten Immersionssysteme zur Verwendung kommen kann, zeigen uns eine Andeutung davon. Erst wenn wir zu quellenden Reagentien greifen, z. B. verdünntem Serum, welchem man etwas Essigsäure beifügen kann, diluirter Salpetersäure etc., wird sie deutlicher. Auch die Osmiumsäure (1 bis 2%) gewährt gute Präparate, und liefert bei sorgfältigem Zerzupfen in Wasser Querschnitte jener Plättchen. Der nämliche blätterige Zerfall kommt übrigens auch an den Aussengliedern der Zapfenstäbchen (Fig. 353. Fig. 354. 2 *a*) vor.

Endlich fand M. Schultze (es sind seine Arbeiten, von welchen wir bisher berichtet haben) eine unendlich zarte longitudinale Fibrillenbildung äusserlich die ganze Länge der Stäbchen und Zapfen überziehend (Fig. 354). Man konnte an Primitivfibrillen des Axenzylinders denken; doch ist die bindegewebige Natur dieser äusserlichen Streifung wohl unzweifelhaft. Sie gehören einer sehr zarten Hülle an, welche mit der Limitans externa im Zusammenhang steht.

In neuester Zeit hat der unermüdliche Forscher aber auch im Innern der

Fig. 353. Zapfen. *a* vom Menschen mit zersetztem Aussenglied und fibrillär erscheinendem Innenglied; *b* von Macacus Cynomolgus nach Mazeration in verdünnter Salpetersäure mit dem linsenartigen Körper (Schultze).

Fig. 354. Fibrillenüberzug der Stäbchen u. Zapfen nach Schultze. 1. Stäbchen, 2. Zapfen des Menschen. *a* Aussen-, *b* Innenglied, *c* Stäbchenfaden; *d* limitans externa. 3. Stäbchen des Schafs. Die Fibrillen ragen über das Innenglied vor, das Aussenglied fehlt.

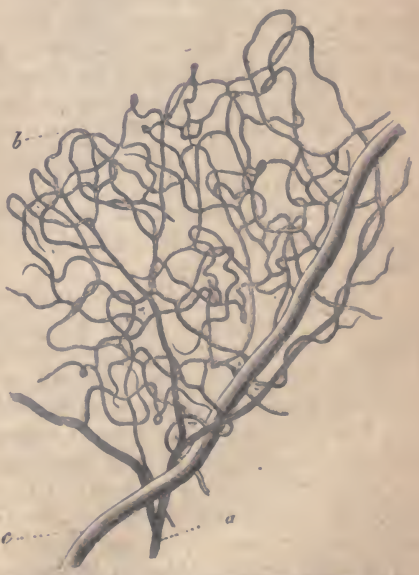


Fig. 355. Gefässe der menschlichen Retina. *a* Arterielles, *c* venöses Aestchen; *b* das Kapillarnetz.

Innenglieder von Zapfen und Stäbchen einen feinsten Fadenapparat entdeckt. Er ist möglicherweise nervöser Natur, und entspricht jenen früher an der Aussenfläche gesuchten Primitivfibrillen des Axenzylinders.

Auch hierzu bildet die Osmiumsäure das beste Hülfsmittel.

Die Macula lutea und Fovea centralis erfordern keine neuen Methoden. Ihr Bau muss in den Lehrbüchern der Histologie nachgelesen werden.

Die üblichen erhärtenden Behandlungen mit Chromsäure und chromsaurem Kali (und Alkohol) dienen auch dazu, das Verhältniss der Blutgefässe zu den Retinalagen und ihr Vordringen bis gegen die Zwischenkörnerschicht zu zeigen, während das zierliche Gefässnetz in seiner Ausbreitung (Fig. 355) (zu dessen Darstellung wir das Auge des Ochsen und Schafs zu injiziren empfehlen) Flächenansichten erfordert.

Was die pathologischen Umänderungen der Netzhaut angeht, so kennt man zur Zeit Hyperthrophieen des bindegewebigen Theiles mit entsprechendem Untergange der nervösen Elemente, Wucherungen der Körnerschicht, Amyloidkörperchen, Fettdegenerationen der nervösen (aber auch der bindegewebigen) Theile, Embolieen der Retinagefässe, ebenso Pigmentirungen, theils von ausgetretenem Blute abstammend, theils durch das gewucherte, in die Retina eingedrängte Chorioidealepithelium bewirkt, welches letztere oftmals hierbei den Blutgefässen der Nervenhaut anliegt u. a. m. Geschwülste der Retina sind in der Regel entweder Sarkome oder Gliome (S. 213) und nur sehr selten Karzinome.

Retinaobjekte lassen sich in der Gestalt von Uebersichtspräparaten aus mehr erhärteten Netzhäuten (nach Anwendung der Müller'schen Flüssigkeit) leicht in Glycerin konserviren, wo wir für manche Ansichten die Karminfärbung empfehlen möchten. Die feinsten Texturverhältnisse der einzelnen Lagen und ihrer Formelemente dagegen waren bei dem Zustande der mikroskopischen Technik noch nicht für längere Zeit zu bewahren. Versuche, sie in ihre Mazerationsflüssigkeiten einzuschliessen, nahmen in der Regel rasch mit dem Untergange des Präparates ihr Ende. Kürzlich hat uns M. Schultze mit der wichtigen Mittheilung erfreut, dass Osmiumpräparate Jahre lang in einer Lösung des essigsauren Kali aufbewahrt werden können (S. 126).

Fötale Augen können an ganz kleinen, frisch in Chromsäure eingelegten Embryonen studirt werden. Bei älteren Früchten ist das Auge herauszunehmen und nach den für den Erwachsenen gegebenen Vorschriften weiter zu behandeln. Um das prächtige Gefässnetz der Membrana capsulo-pupillaris zu injiziren, empfehlen sich die Augen neugeborner Kätzchen.

5. Was endlich das Gehörwerkzeug betrifft, so bedürfen die äusseren Theile desselben, wie die Ohrmuschel und der äussere Gehörgang, keiner besonderen Vorschriften.

Die Ohrschmalzdrüsen mit ihrem knauelförmigen Körper und kurzem Ausführungsgange werden in ähnlicher Weise wie die verwandten Schweissdrüsen untersucht.

Das Trommelfell studirt man entweder im frischen Zustande mit Hülfe von Messer und Nadeln und unter Anwendung der Essigsäure, sowie der alkalischen Laugen, oder man verwendet das vorher erhärtete Organ zu feinen Schnitten, wobei wir die üblichen Tinktionen ebenfalls angelegentlich empfehlen möchten. Totalansichten gewähren harzige Einschlussmittel.

Epithel- und Lymphbahnen treten durch Höllenstein deutlich hervor; für die Demonstration der Nerven greife man zum Chlorgold (Kessel).

Die Wände der Paukenhöhle und Eustachi'schen Röhre mit dem Ueberzuge flimmernder Zellen, die Gehörknöchelchen mit ihrer porösen Knochenmasse und ihren quergestreiften Muskeln werden nach Art der für die betreffenden Gewebe üblichen Methoden untersucht.

Bei weitem schwieriger gestaltet sich die Erforschung des Labyrinths.

Schon das Oeffnen durch Säge und Meisel hat mit Vorsicht zu geschehen, und bei der Zartheit vieler Strukturverhältnisse sind nur ganz frische, unmittelbar vorher geschlachtete Thiere brauchbar. Ebenso wähle man für die ersten Beobachtungen das Labyrinth grosser Säugethiere, wie des Kalbs und Ochsen. Hat man einmal in derartigen Prozeduren eine gewisse Uebung erworben, so gelingt das Blosslegen allerdings auch später bei kleineren Geschöpfen, dem Hund, der Katze und dem Kaninchen. Die grosse Veränderlichkeit der Formelemente nöthigt ebenfalls, wie bei der Retina, nur möglichst indifferente Zusatzflüssigkeiten anzuwenden, zu welchen wir Blut- und Iodserum, Glaskörperflüssigkeit, verdünntes Hühnereiweiss zählen. Auch verdünnte Chromsäurelösungen können passend auf das frische Gewebe applizirt werden.

Von grösster Wichtigkeit für die ersten Anschauungen erscheint die Entkalkung der Knochen durch Chromsäure, um Querschnitte anzufertigen. Für weitere Studien empfehlen wir dann hier ebenfalls die Erhärtung und überhaupt das Einlegen in Solutionen der Chromsäure, des doppelchromsauren Kali und der Müller'schen Flüssigkeit. Letztere mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt dürfte sehr brauchbar sein.

Die Häufchen der Gehörsteine oder Otolithen (wie das Polarisationsmikroskop lehrt, Säulchen in der Form des Arragonit krystallisirt) lassen sich als

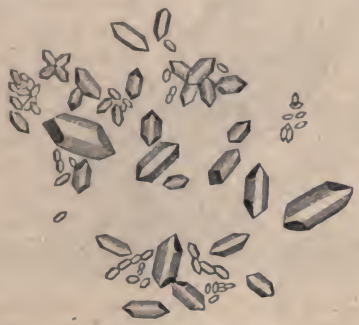


Fig. 356. Otolithen.

weisse Fleckchen, umschlossen von einer besonderen dünnen Membran, in den Vorhofssäckchen wahrnehmen. Sie erscheinen im Allgemeinen klein, und sollen nach manchen Angaben eine organische Grundlage besitzen. Fig. 356 kann ihr Aussehen versinnlichen.

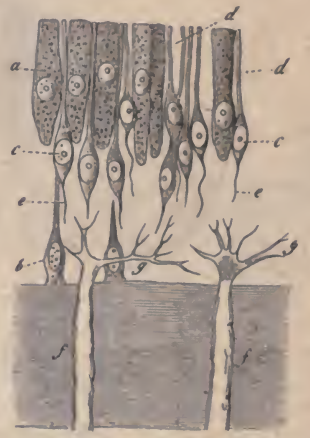


Fig. 357. Aus der Crista acustica der Ampullen von Raja clavata. *a* Zylinderzellen; *b* Basalzellen; *c* Faserzellen mit dem oberen stäbchenförmigen *d* und unteren fein fibrillären Fortsatz *e*; *f* Nervenfasern, bei *g* zu blassen, sich ramifizirenden Axenzylindern werdend.

Was die Verbreitung des Akusticus an den beiden Vorhofssäckchen und den häutigen Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle betrifft, so ist die gröbere Anordnung unschwer zu erkennen. Die Nervenfasern senken sich in Duplikaturen der Wandungen ein, welche man, namentlich bei den Ampullen deutlicher, als in deren Höhlen einspringende Prominenzen erkennt. Dieser Vorsprung, das Septum nerveum genannt, beherbergt die Endigung. Eine frühere Epoche, ohne eine Ahnung von der Schwierigkeit solcher Untersuchungen zu haben, wollte sich hier von der Gegenwart der Endschlingen überzeugen.

Dass auch hier ganz ähnliche Verhältnisse vorkommen, wie die von uns bei den anderen Sinnesorganen erwähnten, dass es eben so gut Gehörzellen, wie Riech- und Geschmackzellen giebt, haben zuerst Reich und M. Schultze, ersterer durch die Untersuchung der Neunaugen, letzterer für Rochen und Haie dargethan.

Unsere Fig. 357 kann derartige Verhältnisse von Plagiostomen dem Leser vorführen, und die charakteristischen Zellen *c* mit ihrem stäbchenförmigen Aufsatz *d* und dem unteren feinen Endfaden *e* zeigen. Letzterer ist wohl zweifellos die nervöse Endfibrille, obgleich auch hier ein kontinuirlicher Zusammenhang ebensowenig als im Geruchsorgan sicher von Schultze nachgewiesen werden konnte. Lange sonderbare Haare kommen an dem eigenthümlichen Epithelium dieser Lokalität ebenfalls vor.

Auch hier spielt die Chromsäure mit jenen verdünnten Lösungen, deren wir für die höheren Sinnesorgane schon so oft zu gedenken hatten, zur Zeit die Rolle des wichtigsten Hülfsmittels. Osmiumsäure und Goldchlorid werden von einem nachfolgenden Forscher versucht werden.

In dem Vestibulum der Säugethiere (Ochs) scheinen, nach spärlichen, zur Zeit veröffentlichten Beobachtungen, ähnliche Texturverhältnisse vorzuliegen. Sind auch alle unsere Kenntnisse dieser subtilen Anordnungen erst im Werden begriffen, so steht ein Eindringen der Nervenfibrillen in ein eigenthümliches Epithelium und die Existenz spezifischer Zellen wohl fest.

Fig. 358. Das Corti'sche Organ des Hundes in senkrechtem Durchschnitt nach Waldeyer. *a b* homogene Schicht der sogenannten Membrana basilaris; *u* vestibulare Schicht; *v* tympanale mit Kernen und Protoplasma; *a* labium tympanicum der sogenannten Crista spiralis; a^1 Fortsetzung des tympanalen Periost der Lamina spiralis ossea; *c* verdickter Anfangstheil der Membrana basilaris neben der Durchtrittsstelle *h* des Nerven; *d* und *e* Blutgefässe; *f* der Nerv; *g* Epithel des Sulcus spiralis externus; *i* innere Haarzelle mit basalem Fortsatze *k*, umgeben von Kernen und Protoplasma (der »Körnerschicht«), in welche die Nervenfasern einstrahlen; *n* Grundtheil oder Fuss des inneren Pfeilers des Corti'schen Organes; *m* dessen »Kopfstück«, verbunden mit dem gleichen Theile des äusseren Pfeilers, dessen untere Hälfte fehlt, während der nächstfolgende Pfeiler *o* Mittelpartie und Grundtheil darbietet; *p*, *q*, *r* die drei äusseren Haarzellen; *l* Grundtheile zweier benachbarter Haarzellen; *s* eine sogenannte Stützzelle von Hensen; *t* und t^1 Lamina reticularis; *w* Nervenfaser endigend an der ersten der äusseren Haarzellen.

Noch unendlich schwieriger, und in ein wahres Chaos der verwickeltsten Strukturverhältnisse leitend, ist die Endigung des Nervus cochlearis in dem Reissner'schen Schneckenkanal oder der sogenannten Scala media. Seitdem Corti den ersten erfolgreichen Streifzug in dieses Gebiet voller Wunder unternahm, ist bei jeder der nachfolgenden Untersuchungen unsere Kenntniss durch Auffindung neuer Bruchstücke bereichert worden. In noch nicht lange verflossener Zeit hat namentlich Deiters sich die grössten Verdienste um den Bau der Schnecke erworben, und Kölliker durch Auffindung und nähere Erforschung des fast vergessenen Reissner'schen Schneckenkanals eine neue Auffassung der Scala media begründet. Unter den zahlreichen Nachfolgern heben wir nur die Namen Hensen, Böttcher, Waldeyer und Gottstein hervor.

Es würde uns über die Grenzen dieser Arbeit weit hinausführen, wollten wir der bisher erforschten Strukturverhältnisse, namentlich des unendlich verwickelten

Baues des sogenannten Corti'schen Organes (Fig. 358) hier gedenken. Trotz aller bisherigen Bemühungen ist die Kenntniss der Nervenendigungen vielleicht noch nicht so weit vorgeschritten, wie in anderen Sinneswerkzeugen. Wahrscheinlich liegen indessen in gewissen, haartragenden Zellen (*i* und *p q r*) die nervösen Terminalgebilde des N. cochlearis (*f*) vor.

Das Freilegen der betreffenden Theile kann am ganz frischen Gehörwerkzeuge eines unserer grossen Schlachtthiere (des Ochsen) geschehen, und erlernt werden. Mit einiger Uebung kommt man dann allmählich auch bei kleineren Geschöpfen zu Stande. Fragmente, welche man in dieser Art von der Scala media gewinnt, untersuche man mittelst indifferenter Zusätze oder stark verdünnter Chromsäure. Die letztere oder chromsaures Kali dienen dann auch zum Einlegen und Härten eröffneter Schnecken. Für manche Zellenverhältnisse des Corti'schen Organes sind hochgradige Verdünnungen, ähnlich den von Schultze in die Gewebelehre eingeführten, zu versuchen, ebenso sicherlich die Osmiumsäure, das Goldchlorid und Goldchloridkalium. — Um Durchschnitte des ganzen Reissner'schen Schneckenkanales zu gewinnen, entkalke man vorsichtig das mittelst einer Chromsäure oder auch der Müller'schen Flüssigkeit vorher erhärtete Organ, indem man jenen Flüssigkeiten später einige Tropfen Salzsäure zusetzt, und wechsle öfter das ganze Gemisch. Auch die Lamina spiralis kann bei grösseren Thieren isolirt einer solchen Prozedur unterworfen werden. Die Nervenausbreitung in der Zona ossea wird ebenfalls auf diesem Wege zur Anschauung gebracht. Vor einigen Jahren bediente sich Hensen eines dreimonatlichen Einlegens in die Müller'sche Flüssigkeit, und injizirte, um die Corti'sche Membran in ihrer Lage zu erhalten, durch einen Einstich in das Tympanum secundarium ziemlich konzentrirten Leim, der dann in den Schneckenkanal transsudirt. Später wurde die äussere Wand der Schnecke aufgebrochen, und mit dem Leimguss die Scala media isolirt. Karmininbibition fand Hensen auch hier zweckmässig.

Einer der ausgezeichnetsten Forscher auf diesem so schwierigen Gebiete, Waldeyer, empfiehlt uns neben der Durchmusterung frischer Objekte in Humor aqueus bereits die Osmiumsäure, welcher er hier dieselbe Bedeutung zuschreibt, wie für die Netzhaut des Auges. Man verwende Konzentrationsstufen von 0,1 — 1%; erstere, wenn es sich um Zerzupfung, letztere, wenn es sich um Erhärtung handelt. Für erstere Präparate leistete ihm auch eine Kochsalzlösung von 0,25 — 0,5% erspriessliche Dienste. Auch eine Chromsäure von 0,05%, Goldchlorid nach der Cohnheim'schen Vorschrift, eine 1%ige Höllensteinsolution sind für manche Zwecke nützlich.

Will man gute Schnittpräparate gewinnen, so entferne man bei grösseren Schnecken so viel Knochensubstanz als möglich, und eröffne das Gehäuse an zwei bis drei kleinen Stellen. Kleinere Organe lasse man dagegen unversehrt. Die Schnecken bringe man alsdann einen Tag lang in eine reichliche Menge einer Chlorpalladiumlösung (0,001%) oder eine solche der Osmiumsäure von 0,2%, wenn es sich um kleinere Organe handelt, während umfangreichere eine stärkere Konzentration von 0,5—1% erfordern. Dann unterwirft man solche Objekte einer 24stündigen Einwirkung des absoluten Alkohol, oder bringt sie auch sofort in die Entkalkungsflüssigkeit.

Zu letzterem Zwecke fand Waldeyer am dienlichsten Chlorpalladium (0,001%) mit $^1/_{10}$ Theil Salzsäure, oder Chromsäure von 0,25 — 1%. Nach dem Entkalken wäscht man mit absolutem Alkohol aus. Nun kann man (für die spätere Durchschneidung) in ein Stück frischen Rückenmarks oder frischer Leber einbetten, und das Ganze in den wasserfreien Weingeist zurückbringen. Während des Erhärtens schrumpft das umhüllende Organstück so fest um die Schnecke zusammen, dass letztere unbeweglich liegend die gewünschte Durchschneidung erlaubt.

Man kann vor jener Einbettung die Hohlkanäle der Cochlea mit Leimglycerin

(1 : 1) oder (weniger gut) mit einer Wachs- und Oelmischung erfüllen. Nothwendig ist diese Füllung aber nicht.

Nicht gerade schwierig gewinnt man die ersten Ansichten des Schneckenkanales an in gleicher Weise behandelten Embryonen mittelst geeigneter Durchschnitte des Felsenbeins.

Für Sammlungsobjekte gelten dieselben Bemerkungen, welche wir für die Retina (S. 360) gemacht haben. In wässrigem Glycerin können sich Präparate des Corti'schen Organs Jahre lang ganz unverändert aufbewahren lassen. Hensen empfiehlt zum Einschlusse die wässerige Lösung der arsenigen Säure. Essigsaures Kali wird auch hier zu prüfen sein.

Nachträge.

Zu S. 48. Hartnack hat in den letzten Monaten einen Theil seiner Linsenkombinationen einer Rekonstruktion unterzogen. System 5 und 7 neuester Konstruktion übertreffen die bisherigen wiederum beträchtlich.

Zu S. 48 bis 51. Die rasch fortschreitende Entwerthung des Geldes hat die Preise der Mikroskope in den letzten Monaten mannichfach erhöht. Die während des Druckes uns zugekommenen neuesten Preislisten findet der Leser am Ende des Buches.

Zu S. 137. Die durch Hoppe begründete Spektraluntersuchung des Blutfarbestoffes hat zur Herstellung spektroskopischer Okulare geführt. Solche Apparate sind von Browning in London, Zeiss in Jena, Merz in München neben Andern konstruirt und in den Verkehr gebracht worden. Ihr Preis ist ein ansehnlicher, 24 bis 25 Thaler bei den kontinentalen Optikern betragend. Ueber den praktischen Werth der Einrichtung kann ich bei ungenügender Erfahrung zur Zeit noch nicht urtheilen.

Sach- und Namenregister.

A.

Abblenden des Lichtes 52. 58.
Abdämpfen des Lampenlichtes durch blaue Gläser 53.
Abdominaltyphus, Veränderung der Lymphdrüsen 238. — ihrer lymphatischen Bahnen 239. — der Peyer'schen Drüsen 267. — Kothmassen bei 269. — Veränderungen der Milz bei 287.
Aberration, chromatische der Linse 8. — chromatische des Mikroskops 36. — sphärische der Linse 8. — sphärische des Mikroskops 36.
Abszess 148.
Achorion Schoenleinii 334.
Achromatische Doppellinse 9. — A. Linse 9.
Adenoides Gewebe, s. Bindesubstanz, retikuläre. — Sarkom der Milchdrüse 326.
Aeby benützt konzentrirte Salzsäure zur Isolirung der Muskeln 74. 192. — findet die Kapillaren aus Zellen bestehend 223.
Aether löst Fett und Kanadabalsam 84.
Akkommodationsvermögen des Auges 4.
Alaun mit Sublimat und Kochsalz 127.
Alkalien 79. — in ihrer Wirkung auf die Epidermis 157. — auf Nagelgewebe 158. — verdünnte, in ihrer Einwirkung auf die Flimmerbewegung 155. — auf die Bewegung der Spermatozoen 330.
Alkohol, Wirkung 82. — Bestandtheil anderer Gemische 83.
Alkoholgemische 83. — A. — Essigsäuregemisch von Moleschott, starkes 83. — schwaches 83. — mit Essigsäure und Salpetersäure 83. — mit Natron 83.
Alveolarepithelium der Lunge 290.
Alveolarkrebs 171.
Alveolen der Lunge 290.
Ameisensäure in Verbindung mit Glycerin als Einschlussflüssigkeit von Ranvier empfohlen 126.
Amici lehrt die Wirkung der Deckgläser kennen 14. — Mikroskop von A. 48. — Mikroskopverbesserungen von A. 10. — über den Muskelfaden der Stubenfliege 191.
Ammoniak doppelt chromsaures 81. — für Zentralorgane des Nervensystems nach Gerlach 209.
Ammoniak molybdänsaures 81. — für die Zentralorgane des Nervensystems nach Henle und Merkel 211. — für Speicheldrüsen nach Krause 250.
Ammoniakflüssigkeit 80.
Ammoniak-Magnesia, phosphorsaure Krystalle im Kothe 269. — im Harn (314). 315.
Amyloidentartung, s. d. Organe.
Amyloidkörperchen 213.
Amyloidreaktionen 73. 79. 287.
Amylon, s. Stärkemehl.
Analysator 31. — über dem Okular 31. — in dem Okular nach Hartnack 34.
Andrejevic über Gallenkapillaren 276.
Aneurysmen 231.
Anilinblau als Tinktionsmittel 92.
Anilinroth als Tinktionsmittel 91. — für den Nachweis des Axenzylinders 199.
Anisöl, Berechnungsexponent 69.
Anleitung mit dem Mikroskop zu arbeiten 51.
Annäherungsgrenze des Auges 4.
Anschaffung des Mikroskops 45.
Anthrakose der Lungen 292.
Anwendung zentrischer Beleuchtung 52. — schiefer Beleuchtung 53. — auf- und durchfallenden Lichtes zur Beleuchtung 17. (54.)
Aplanatische Doppel-Linse 9.
Aplanatisches Linsensystem 12.
Aplanatische Okulare 13.
Apolare Ganglienzellen, s. Nervensystem.
Apparat v. Gerlach zur mikroskopischen Photographie 29. — von Moitessier 30.
Apparat zur Injektion mit konstantem Druck (111.) 112. — mit einer Flüssigkeitssäule 112. — mit Quecksilber 112. — mit komprimirter Luft 113.
Apparat zum Messen 23.
Apparat zum Winkelmessen (Goniometer) 26.
Apparat zum Zeichnen 27.
Arbeiten im Stehen und Sitzen am Mikroskop 58.

Arbeitstisch des Mikroskopikers 51.
Arbeitszimmer des Mikroskopikers 58.
Arcus senilis 348.
Arg'and'sche Lampe 53.
Arnold's Studien der glatten Muskeln 187. — ihrer Nerven 217. — der Gefässneubildung (233). 234.
Arsenige Säure in wässeriger Lösung 128. — mit Glycerin nach Farrants 126.
Arterien, s. Gefässe.
Arteriolae rectae (Niere) 307.
Ascaris lumbricoides. (Eier im Kothe) 271.
Asphaltlack 132. — A. von Bourgogne 133. — Bildung eines Rahmens von A. 133.
Athemwerkzeuge 288. — Kehlkopf, Trachea und Bronchien 288. — Lunge 288. — Untersuchungsmethoden 288. 289. — Trocknen 289. — Erhärtungen 289. — Infundibula und Alveolen 289. — Darstellungsmethoden 289. — Korrosionsverfahren 289. — Nähere Untersuchung der Lungenbläschen oder Alveolen 290. — Lungenepithelium 290. — Injektion der Blutgefässe 290. — Lymphgefässe 291. — Lungennerven 291. — Fötale Lunge 291. — Veränderungen der Lunge in Krankheiten (291.) 292. — Pigmentirungen und ihre Bedeutung 292. — Anthrakose 292. — Eiterkörperchen 292. — Entzündung der Lunge 292. — Tuberkulose 293. — Ursprung der Tuberkelelemente 293. — Erweichung 293. — Kavernen und Beschaffenheit ihrer Wandungen 293. — Pleura (Perikardium und Peritoneum) 293. — Auswurf (Sputum) 293. — Bestandtheile desselben 294. — Schleim- und Eiterkörperchen 295. — Körnchenzellen (Entzündungskugeln) 295. — Pigmentzellen 295. — Blut 295. — Elastische Fasern 295. — Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia 295. — Untersuchungsmethode 295.
Atherom der Haut 333.
Atheromatöser Prozess 231.
Atrophie, s. die Organe. — akute gelbe, der Leber 279.
Auerbach's Plexus myentericus (204.) 205. — trifft die Kapillaren aus Zellen zusammengesetzt 223.
Aufhellende Reagentien 69.
Aufstellung, bleibende, des Mikroskops 56.
Aufweichen trockener Schnitte (78.) 99.
Augapfel (Sehwerkzeug) 344.
Auge (Sehwerkzeug) 342. — kurzsichtiges 4. — weitsichtiges 4. — als Camera obscura 3. — Schonung desselben bei mikroskopischen Arbeiten 53. 57.
Augenlider (Sehwerkzeug) 158.
Auspinseln, s. Pinselmethode.
Ausstattung des modernen Mikroskops 15.
Auswüchse, hornige der Haut 158.
Auswurf 293.
Axenfibrillen des Axenzylinders 200. 340. (341). 358.
Axenzylinder der Nervenfasern 199.

B.

Baader's Mikroskope 49.
Bailey empfiehlt Hyalodiscus subtilis als Testobjekt 41. — Grammatophora subtilissima (14.) 43.
Bakterien 149. — ihre Natur 150. — feinkörnige Grundlage (Zoogloea von Cohn, Mikrokokkus von Hallier, Mikrosporon von Klebs) 150. — Träger der Fäulniss 150. — Vorkommen bei Krankheiten 150.
Balggeschwülste der Haut 333.
Baryt, schwefelsaufer, als Injektionsmasse 104. 110. — Vorschrift zur Darstellung 104.
Barytwasser 80.
Bastian empfiehlt Karbolsäure und Glycerin als Konservirungsflüssigkeit 126.
Bauchspeicheldrüse, s. Pankreas.
Beale. Werke über das Mikroskop (2. 3. — Schilderung der mikroskopischen Photographie 29. — B. u. (Clarke) Alkoholgemische 83. — Gemisch von Alkohol, Essigsäure und Salpetersäure 83. — Gemisch von Alkohol und Natron 83. — — für verkalkten Knorpel 173. — über Karmintinktion 90. — kaltflüssige Injektionsgemische 103. — mit Berliner Blau 109. — mit Karmin 110. — Einschlussflüssigkeit 126. — Vorschriften zur Anfertigung von Glaszellen 131. — über Ganglienzellen (203) 204. — Vorschrift zur Lebererhärtung 274.
Becherzellen 257.
Beinhaut, s. Knochen.
Beleuchtung bei auffallendem Lichte 17. 54. — bei durchfallendem 17. 52. — bei künstlichem Lichte 53. — Anwendung der zentrischen Beleuchtung 52. — der schiefen 53. — mit zentrischem Lichte 18. — mit schiefem 18. — mit Diaphragmen 17. — mit Drehscheibe 17. — mit Zylinderblendungen 17. — mit Kondensor 18. — des Sehfeldes, abhängig vom Zustande des Himmels 53.
Beleuchtungsapparat von Dujardin 18. — von Lieberkühn 54.
Beleuchtungslinse für opake Gegenstände 17.
Bénèches Mikroskope 50.
Benecke, über mikroskopische Photographie 28.
Benzin 85. 133. 164.
Beobachtung mit dem Mikroskop 51. — mit Vergrösserungen von zunehmender Stärke 58. 59.
Berliner Blau 105. 106. 109.
Berliner Blau, lösliches 106.
Berliner Blau als Imprägnationsmittel von Leber empfohlen 98.
Berres'sche Injektionen 101.
Beurtheilung des Mikroskops, s. Prüfung des M. — mikroskopischer Bilder 58. — ihrer Reliefverhältnisse 59.
Bewegungserscheinungen, vitale 60. — amoeboide der Zellen 60. — kleiner Körper 66. — molekulare 60.

Bidder, über die bindegewebige Gerüstesubstanz der Zentralorgane des Nervensystems 212.
Bild des zusammengesetzten Mikroskops 6. 7. — Helligkeit desselben durch die Kollektivlinse 10. 11. — gekrümmtes des einfachen zusammengesetzten Mikroskops 7. — vergrössertes des M. 7. — Umdrehung desselben durch das Mikroskop 6. 59.
Bilder, mikroskopische, Eigenthümlichkeiten derselben 58. — ihre Höhen- und Tiefenverhältnisse 58. — Beurtheilung der Gestalt aus diesen 58. — Werth schwacher Linsensysteme dabei 58. — Erschwerung der Beurtheilung durch bedeutende Kleinheit der Körper 58. — Erkennung der Reliefverhältnisse 58. — Vorschriften Welcker's dazu 59
Bildumdrehendes Mikroskop (sogenanntes) 59. — Okular 59.
Bildverzerrung 8.
Bilifulvin 278.
Biliphaein 278.
Bilirubin von Staedeler 278.
Billroth empfahl Eisenchlorid 81. — Angaben über Auspinseln 68. — empfiehlt Holzessig zum Entkalken der Knochen 188. — beschreibt das Pulpanetz der Milz 285. — zeigt die Verbindung der Muskelfäden der Zunge mit Bindegewebekörperchen 249. — giebt Vorschriften für die Untersuchung kranker Gehirne 222. — für die Untersuchung der Niere 302. — für die typhöse Milz 287.
Bindegewebe (161) 165. — gewöhnliches, Erscheinungsform 165. — lebendiges nach Kühne 165. — Zellen 165. — ihre Gestalt nach Ranvier, Schweigger-Seidel und Flemming 165. — fixe und Wanderzellen 165. — Elastische Elemente 165. — Darstellung der Zwischensubstanz 166. — Präexistenz der Fibrillen 166. — Demonstration derselben auf chemischem Wege durch Rollett 166. — Doppeltes Verhalten 166. — im polarisirten Lichte 167. — Demonstration der Bindegewebekörperchen 167. — Methoden von Ranvier und Flemming 168. — Elastische Scheiden um Bündel 168. — Schonende Umwandlung der Zwischenmasse in Leim 168. — Goldbehandlung des Bindegewebes 168. — der elastischen Fasern 169. — Untersuchungsobjekte 169. Embryonales Bindegewebe 169. — Pathologisches Bindegewebe und Bedeutung desselben 175. — Untersuchungen von Waller und Cohnheim 170. — Hypertrophisches B. 170. — Narbengewebe 170. — Grundlage gut- und bösartiger Geschwülste 170. — Formen der Karzinome 170. — Untersuchungsmethoden des pathologischen B. 171. — Sammlungsobjekte 171.
Bindegewebige Gerüstesubstanz, s. d. Organe.
Bindegewebekörperchen, s. Bindegewebe.
Bindesubstanz 161. — retikuläre 162 — Erscheinungsform 162. — Darstellungsmethoden 163. — Erhärtung 163. — Verschiedenes Verhalten in einzelnen Theilen 163. — Aufbewahrung der Präparate 163. — Myxom 164.
Binokuläres Mikroskop 32. — von Nachet 32. — stereoskopisches Mikroskop 32. — Einrichtung von Wenham 33. — von Riddell, Ross, Crouch und Nachet 33.
Binokuläres (stereoskopisches) Okular von Hartnack 33.
Bipolare Ganglienzellen, s. Nervensystem.
Bizzozero, Entstehung farbiger Blutkörperchen aus den Lymphoidzellen des Knochenmarks 184.
Blase (Harnblase) 311. — Epithelium der Blase 311. — Veränderung beim Katarrh 311.
Blasenkatarrh 311.
Blauholzlösung 94.
Blechkasten für Injektionen 114.
Bleioxyd, kohlensaures 104.
Bleistifte zum Zeichnen 26. — Spitzen derselben 26.
Blendungen. Wirkungen derselben bei einer Linse 8. — des zusammengesetzten Mikroskops 17. — Ihre Verwendung dient zum Schutze der Augen 52. 58.
Blut 137. — Gewinnung 137. — Farbige Zellen 137. — farblose 138. — ihre vitale Formveränderung 138. — Lokomotion und Aufnahme von Körnchen 138. — Verdünnungen der Flüssigkeit 138. — Mengen beiderlei Zellen 138. — Plasma 138. — Leukämie und Melanämie 139. — bei Embryonen 139. — Entstehung aus Lymphoidzellen beim Frosche nach Recklinghausen 139. — Methode dieser Beobachtung 139. — B. lebender Thiere 144. — Kreislaufsbeobachtungen 145. — Besonderer Objektträger für Frosch- und Tritonlarven von Schulze 145. — Verhalten der Blutzellen des lebenden Säugethieres nach Rollett 145. — Beobachtung des Entzündungsprozesses bei Amphibien nach Cohnheim und bei Säugethieren nach Stricker und Sanderson 146. — Veränderung der farbigen Blutkörperchen durch den elektrischen Entladungsschlag 139. — durch Erwärmung 140. — Wirkung chemischer Reagentien 140. — Geronnenes Blut 141. — Blutklumpen 141 — Blutflecke 141. — Konservirung der Zellen als Sammlungsobjekte 141. — Blutkrystalle 141. — Hämoglobin 142. — Chlorwasserstoff-Hämatin 142. — sogenanntes Hämin 143. — Hämatoïdin 144. — Blut im Erbrochenen 256. — im Auswurf 294. — im Harn 312.
Blutbrechen 257.
Blutgefässe 223. — Haargefässe 223. — ihre Zusammensetzung aus Zellen 223. — mit einer Adventitia 223. — Untersuchungsobjekte und Untersuchungsmethoden 223.

— Werth der künstlichen Injektionen 224. — Natürliche Injektion 224. — Stärkere Stämmchen 225. — Ihre Untersuchung 225. — Grosse Gefässe, Arterien und Venen 225. — Ihre Untersuchung 226. — Trocknen und Einbettung 226. — Abziehen der einzelnen Lagen 226. — Neue Tinktionsmethoden 226. 227. — Haargefässnetze 227. — Behandlung der erfüllten Haargefässbezirke 227. — Das gestreckte und rundliche Kapillarnetz 227. 228. — Kapillarschlingen 228. — Schlingennetz 228. — Erste Entstehung der Gefässe beim Embryo 229. — Untersuchungsmethoden 229. — die Untersuchung des Froschlarvenschwanzes nach Arnold 229 — Weitere Umbildung der fötalen Gefässe 229. — Pathologische Verhältnisse der Blutgefässe 229. — Atheromatöser Prozess 230. — Aneurysmen 231. — Veränderung der Venen 231. — Umänderungen kleiner Gefässe 231. — kleinere Arterien der Gehirnsubstanz 231. — Kalkige, fettige und Pigment-Degeneration 232. — Melanämie 232. — Embolieen 232. — Pathologische Entstehung der Gefässe 232. 233. — Bedeutung der Gefässzellen für pathologische Umwandlung nach Thiersch, Waldeyer und Bubnof 224. — Untersuchungsmethoden 223. — Beobachtungen von Thiersch bei Wundheilung 234.
Blutgefäss-Injektion 100. 111. — pathologischer Objekte 116. — mit der Spritze 115. — mit konstantem Druck 111. 113. — Selbstinjektion des lebenden Thieres 111.
Blutkörperchen, s. Blut.
Blutkörperchenhaltige Schollen der Milz 273.
Blutkrystalle, s. Blut.
Blutlymphdrüse (Milz) 272.
Blutzellen, s. Blut.
Bothriocephalus latus, Eier im Kothe 259.
Bourgogne's mikroskopische Präparate 122. 136. — Präparatenkitt 133.
Bowman, Vorschrift zur Herstellung von Chromgelb 102. — Theorie des Muskels 193. — Arbeit über die Niere 286.
Bowman'sche Kapsel des Glomerulus der Niere 286. — Drüsen der sogenannten Regio olfactoria bei höheren Thieren 326.
Brechungsexponent von Anisöl, Eisessig, Glycerin, Kanadabalsam, Terpentinöl, Wasser 69.
Brechungsvermögen von Zusatzflüssigkeit und Objekt 69. — der Flüssigkeiten und Zusätze ändert das miskroskopische Bild 69. 70.
Bright'sche Krankheit der Niere 296.
Bronchialdrüsen, s. Lymphdrüsen.
Bronchien 275.
Brown'sche Molekularbewegung 60. — in Zellen 60. — kleiner Krystalle 60. — ihre Schnelligkeit 60. — in Speichelkörperchen 241.
Brücke erörtert das optische Verhalten des Muskelfadens 195. — lösliches Berliner Blau 106.
Brunner'sche Drüsen 258.
Budge (und Uechtritz), Empfehlung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure für den Axenzylinder 199. — B. über die feinsten Gallengänge 276.
Bürette 85. — zur Untersuchung der Harnsedimente 316.

C.

Callusbildung, s. Kallusbildung.
Camera lucida von Chevalier und Oberhäuser 27. — obscura, Auge verglichen mit einer 3.
Canadabalsam, s. Kanadabalsam.
Carbolsäure, s. Karbolsäure.
Carcinom, s. Karzinom.
Caries, s. Karies.
Carmin, s. Karmin.
Carpenter's Werk über das Mikroskop (2) 3..
Cement, s. Zement.
Centralorgane des Nervensystems, s. Nervensystem.
Centralstrahlen, s. Zentralstrahlen.
Centrisches Licht, s. Zentrisches Licht.
Cercomonas intestinalis von Lambl 270.
Chambre claire, s. Camera lucida.
Charrière's Injektionsspritze 115.
Chemische Reagentien, s. Reagentien.
Chevalier stellen mit Selligue achromatische Linsensysteme her 10. — konstruiren die Camera lucida 27. — A. Ch. Mikroskope (20). 49.
Chlorcalcium 80. — Bestandtheil konservirender Flüssigkeiten 128.
Chlornatrium 80. — bei der Silberimprägnation 80. 96. — mit Alaun und Sublimat 127. — Bestandtheil konservirender Flüssigkeiten 127. 128 — in 10%iger Lösung für glatte Muskeln 188. — für die Hornhaut.
Chloroform 84. — zum Nachweis der Axenzylinder 199.
Chlorpalladium (Palladiumchlorür) von Schulze empfohlen (82). 98.
Chlorplatin (Platinchlorid) von Merkel benutzt 82.
Chlorsaures Kali, s. Kali.
Chlorsilber nach Teichmann dargestellt 105. — nach der Angabe von Frey 105.
Cholepyrrhin 278.
Choleraerbrechen 257.
Cholerastühle 269.
Cholestearin, Eigenschaften und Vorkommen im Nervengewebe 214. — im Mekonium 269. — in der Galle 278.
Choriocapillaris 350.
Chorioidea 349.
Chromatische Aberration 10.
Chromgelb in den Adern des Körpers

präzipitirt nach Bowman 102. — Darstellungsweise desselben nach Harting 104. — nach Hoyer 108. — nach Thiersch 108.
Chromsäure 75. — empfohlen durch Hannover 75. — Wirkung derselben 75. — Konzentrationsgrade 75. 76. — sehr verdünnte Lösungen nach Schultze 76.
Chromsaures Ammoniak, s. Ammoniak.
Chromsaures Kali 81. — Wirkungen 82. — Konzentrationsgrade 81. — Bestandtheil der Müller'schen Flüssigkeit 81.
Chrzonszczewsky's Selbst-Injektion des lebenden Thieres 111. — der Leber 276, der Niere 306.
Chylus 146. — Gewinnung desselben 146. — Zellen 147. — Chylusstäubchen 147. — Aufbewahrung 147.
Chylusbahnen 262.
Chylusfett im Zylinderepithel 258.
Chylusgefässe, s. Lymphgefässe.
Ciliarkörper, s. Ziliarkörper.
Ciliarmuskel, s. Ziliarmuskel.
Cirrhose der Leber 282.
Clarke's und Beale's) Alkoholgemische 83. — C. Methode zur Untersuchung der Zentralorgane des Nervensystems 211 Anm.
Cohnheim verwendet Goldchlorid (82) 97. — bestätigt die Beobachtungen Waller's über den Austritt der Lymphoidzellen durch die unverletzte Gefässwandung 146. — Einwanderung letzterer Zellen in die entzündete Hornhaut des Auges 348. — Studien über Blutstauung 146. — untersucht den Querschnitt des gefrornen quergestreiften Muskelfadens 190. — C. und Hoyer entdecken das Eindringen von Hornhautnerven in das Epithel 218.
Colloid, s. Kolloid.
Colours in tubes, s. Farben in Bleiröhren.
Columnae Bertini 299.
Condensor, s. Kondensor.
Cornea, s. Hornhaut.
Cornil macht Mittheilungen über Konservirungsflüssigkeiten 127.
Corpus Highmori 327.
Corpus luteum 322.
Corti'sches Organ 363.
Cowper'sche Drüsen 329.
Crouchs stereoskopisches Mikroskop 33.
Crownglas, Brechung und Farbenzerstreuung 9.
Crownglaslinse 9.
Cryptococcus cerevisiae im Verdauungsapparat 257. — C. im Harn 315.
Cystin in der Leber 281. — im Harn (315). 310.
Cytogenes Gewebe, s. Bindesubstanz, retikuläre.

D.

Damarharz in Terpentin 124.
Damarfirniss 122.
Darm (vgl. Verdauungswerkzeuge) 257.
Darmdrüsen 258.
Darmdrüsenblatt 243.
Darmganglien (vergl. Nervensystem) (204). 205.
Darminhalt 268.
Darmzotten (vergl. Verdauungswerkzeuge) 260.
Dean, J., Methode zur Untersuchung der Zentralorgane 211 Anm.
Deane's Einschlussflüssigkeit 126. — Konservirungsflüssigkeit 129.
Decidua des Eies 323.
Decidua spuria bei der Menstruation 323.
Deckgläschen, Dicke derselben und optische Wirkung 11. — Korrektion ihrer Dicke 11. 64. — Reinigen derselben 51. — Unterstützung bei sehr zarten Gegenständen 54.
Definitionsvermögen des Mikroskops 37.
Deiters' Arbeiten über die Schnecke 362. — Vorschriften zur Untersuchung der Zentralorgane des Nervensystems 207.
Demodex folliculorum 335.
Dentine (Zahnbein) 175. 176.
Dentinzellen und ihre Ausläufer 176.
Descemet (Demours)sche Haut der Cornea 315.
Deyl, H. van, verfertigt das achromatische Mikroskop 10.
Dialysator von Graham 71.
Diaphragmen 17.
Diatomeenschalen als Testobjekte 41. — verschiedene Arten und ihre Auflösung 41—44.
Diatomeen-Testplatten von Möller und Rodig 42 Anm.
Dippel's Werk über das Mikroskop 3. — Studien der Diatomeen 41.
Distomeneier im Kothe. (D. hepaticum und lanceolatum) 271.
Döllinger's Injektionen 101.
Donders erörtert die Wirkung der Kalilaugen 79. — empfiehlt die Rippenknorpel 173.
Donné liefert einen Atlas daguerreotypirter Darstellungen 28. — entdeckt die Trichomonas vaginalis 324.
Doppelbrechung, schwache, Erkennung derselben 34.
Doppelchromsaures Kali, s. chromsaures Kali.
Doppellinse, s. Linse.
Doppelmesser von Valentin 66. — verbessertes der Engländer 66.
Doppelte Injektion, s. Injektion.
Doppeltinktionen mit Karmin und Pikrinsäure 94. — mit Hämatoxylin und Karmin 94. — mit Blauholzlösung und Pikrinsäure 94. — Gerlach's komplizirte 95.
Dotter, s. Ei.

Drebbel (Cornelius) angeblicher Erfinder des zusammengesetzten Mikroskops 7.
Drehscheibe 17.
Drehtisch, verbesserter der Engländer 133.
Drüsen 240. — Ihr Aufbau, Membrana propria, Zellen und Gefässe 240. 241. — Schlauchdrüsen 241. — Knaueldrüsen 242. — Röhrenförmige 242. — Traubige 242. — Ihr Gefässnetz 242. — Geschlossene Drüsenkapseln (242) 243. — Kapseln des Eierstockes 243. — Blutgefässdrüsen 243. — Schilddrüse 243. — Lymphoide Organe 243. — Drüsenzellen 243. — Ihr Hervorgehen aus dem Horn- und Darmdrüsenblatt 243. — Anordnung 243. — Vergängliche Natur 243. — Bildung des Sekrets 244. — Physiologische Zellenzerstörung bei manchen Sekretbildungen 244. — Untersuchungsmethoden 244. — Injektion der Blutgefässe und Drüsengänge 246. — feinste Drüsenkanälchen oder Drüsenkapillaren 246. — Untersuchung fötaler Drüsen 246. — Pathologische Veränderungen der Drüsen 246. 247. — Betheiligung der Gerüstesubstanz 247. — der Zellen 247. — Neubildung von Drüsengewebe 247.
Drüsengewebe, s. Drüsen.
Drüsenkapillaren (feinste Sekretionsröhrchen), s. Drüsen.
Ductus ejaculatorii 328.
Dujardin, s. Beleuchtungsapparat.
Dumb-bells der Harnsäure 314.
Dysenterie, Stuhlgang bei 269.

E.

Ebenung des Sehfeldes durch das Kollektivglas 10.
Eberth's findet die Kapillaren aus Zellen hergestellt 223. — Untersuchung der Gallenkapillaren 276.
Ebstein über Magenschleimdrüsen 254.
Ei 318. — Zona pellucida, Dotter, Keimbläschen und Keimfleck 318.
Eichengerbsäure (93). 94.
Eierstock (Geschlechtsorgane) 318.
Eierstockskysten 322. 323.
Eileiter 323.
Einbettungsmethoden 67, in Gummi, in ein Wachs- und Oelgemisch, in Paraffin, in Glycerinleim und Transparentseife 67.
Einrichtung und Verwendung des Gerlach'schen Photographirapparats (28). 29. — des Moitessier'schen 29. 30.
Einschlussmittel 122. — harzige 122. — flüssige 125. — einfache 125. 126. — komplizirte 126—129. — der Präparate, s. Präparate.
Einstellungsvorrichtungen mikroskopischer Objekte 16. — gröbere 16 — feinere 17.
Eisenchlorid 81. 106. 109.
Eisenoxyd, schwefelsaures, zur Darstellung von Berliner Blau 106.
Eisenoxydul, schwefelsaures, zur Darstellung von Berliner Blau 109.
Eisentinktur 109.
Eisessig, Brechungsexponent 69.
Eiter 148. — Eiterzellen oder Eiterkörperchen 148. — Auswanderung aus der Blutbahn 146. — Angebliche Entstehung im Innern von Epithelialzellen und Bindegewebekörperchen 148. — Amöboide Umänderungen der Zelle 148. — Wandern derselben 148. 149. — Untersuchungsweise 149. — Verunreinigung 149. — Gährung, saure und alkalische 149. — Aufbewahrung 149.
Eiterkörperchen im Dünndarm 269. — im Auswurf 294. — im Harn 311. — bei Blasenkatarrh 311. 312. — im Vaginalschleim 321. — bei Nasenkatarrhen 338. — Vorkommen in Hornhautkörperchen 348.
Elastische Fasern im Auswurf (vergl. Athemwerkzeuge) 295.
Elastisches Gewebe, s. Bindegewebe.
Elektrischer Apparat von Harting 63.
Elementarorganismen (Zellen) 1.
Elephantiasis 333.
Embolieen 232. — durch flüssiges Fett 232. — durch Pigmentschollen 232.
Emigration der Lymphoidzellen aus der Blutbahn 146. 165. — der rothen Blutkörperchen 146.
Enchondrom 174.
Endigung der Nerven, s. Nerven.
Endkolben 219.
Endost, s. Knochen.
Endplatten in den willkührlichen Muskeln 215.
Engelmann über die Endigung der Nerven in den willkührlichen Muskeln 215. — über die Endigung der Geschmacksnerven des Frosches 337.
Entkalkungsmethoden von Knorpel, Knochen und Zahngewebe 173. 175. 180.
Entwässerung der Gewebe durch gewöhnlichen Alkohol 82. 124. — durch Methylalkohol 84.
Entzündungskugeln 295.
Epidermis, s. Epithelium (151). 156.
Epiphyten 334. — ihre Untersuchung 334.
Epithelialkrebs 158. 171.
Epithelium 151. — Pflaster-, Zylinder-, Flimmer- und Pigmentepithelium 151 — Darstellungsmethoden 152. — Einfaches Plattenepithelium 152. — Silberimprägnation 153. — Untersuchung der Pigmentzellen 153. — Molekularbewegung der Farbekörnchen 153. — Zylinderepithelium 153. — Porenkanalbildung an Zylinderzellen 153. — Aufbewahrungsmethoden 154. — Flimmerbewegung 154. — Wahl dazu passender Untersuchungsobjekte 154. — Zusatzflüssigkeiten 154. — Mikroskopisches Bild der Wimperbewegung 155. — Wiederaufleben des Wimperspiels durch verdünnte Alkalien nach Virchow 155. — Formen des Wimperspiels nach Purkinje und Valentin 156. — Angaben von Engel-

mann 156. — Schwierigkeit der Beobachtung bei warmblütigen Wirbelthieren und dem Menschen 156. — Gewinnung flimmernder Zellen bei akuten Katarrhen der Nase und Luftröhre 156. — Geschichtetes Plattenepithelium und Epidermis 156. — Stachel- und Riffzellen der unteren Schichten 156. — Untersuchungsmethoden 157. 158. — Wirkung der Kalilaugen 158. — des Goldchlorid 159. — Aufbewahrungsweisen 158. — Epitheliale Neubildungen pathologischer Natur 158. — Schwielen und Warzen 158. — Perlgeschwülste und konzentrische Körper der Thymus 158. — Epithelialkrebs (Kankroid) 158. — Epithelialzellen der Sinnesorgane. s. diese.
Epizoën 335. — ihre Untersuchung 336.
Erbgrind 334.
Erbrochene Massen (vergl. Verdauungswerkzeuge) 256.
Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops durch Janssen 7. — angebliche durch Drebbel, Fontana und Galilei 7.
Erhärtung durch Chromsäure 75. — Vorschrift zur 75. 76. — durch chromsaures Kali 81. — Alkohol 82. — durch Gefrieren 100.
Erleuchtung, s. Beleuchtung.
Erstarrende Injektionsgemische 101.
Erwärmung der Leimmassen bei Injektionen 102. 114.
Essig 78. — Abkochen der Niere in Essig von Billroth empfohlen 302.
Essigsäure, konzentrirte 77. — Verdünnte von 1 bis 1½%, nach Moleschott 77. — Sehr verdünnte von Kölliker 77. — von Frey 77. — quellende Wirkung auf einzelne Gewebeelemente 77. — zum Auswaschen karmintingirter Objekte 89. — mit Glycerin 89. 126.
Essigsäure- und Alkoholgemische 83.
Essigsäurehydrat 77.
Essigsaures Kali s. Kali.
Etiketten, Anbringung derselben auf der mikroskopischen Glasplatte 135.
Eustachische Röhre 360.
Exostose 185.
Exsudat, angebliche Organisation desselben 170.
Exsudatzylinder der Harnkanälchen bei Bright'scher Krankheit in der Niere 310. — im Harn 312.

F.

Fadenpilze der Mundhöhle (Leptothrix buccalis) 251.
Farben, deckende 26. — durchsichtige 26. — körnige für Injektionen 103. — transparente 105. — in Bleiröhren (colours in tubes) für Injektionen von Hyrtl empfohlen 103.
Farrants'sche Einschlussflüssigkeit 126.
Faserstoff, s. Fibrin.
Faserzellen, kontraktile, s. Muskel.
Favusborke 334.
Favuspilze 334.
Ferrocyankupfer 110. Anm.
Fettdegeneration, s. die einzelnen Organe.
Fettembolieen der Haargefässe 232.
Fettgewebe 164. — Erscheinungsform 164. — Darstellung 164. — Krystallisation des Inhaltes 164. — Blutgefässe 165. — Aufbewahrung 165. — Neubildung des Fettgewebes als Lipom 164.
Fettleber 279.
Fettsäure, Krystalle derselben im Eiter 149. — in Fettzellen 164.
Fettzellen, s. Fettgewebe.
Fibrin 111. — Gerinnung desselben 141.
Fibrinzylinder, s. Exsudatzylinder.
Fibroid aus Bindegewebe bestehend 170. — des Uterus 323.
Finder (Indikator) 135. Anm.
Fleischfaser, s. Muskel.
Fleischmasse, s. Muskel.
Fleischtheilchen, s. Muskel.
Flemming's Transparentseife 67. — über Bindegewebezellen 165.
Flimmerbewegung 151.
Flimmerepithelium, s. Epithelium.
Flintglas, Brechung und Farbenzerstreuung desselben 9.
Flintglaslinse 9. 34.
Flusskrebs für die Demonstration der Fleischtheilchen des Muskels von Häckel empfohlen 194.
Follikelketten des Ovarium von Pflüger 321.
Fontana, angeblicher Erfinder des Mikroskops 7
Format der Objektträger 135.
Förster isolirt durch starke Mineralsäuren die Körperchen des Knochens 176.
Fovea centralis der Retina 360.
Frerichs, Arbeit über Leberkrankheiten 278.
Frey, Prüfung der Linsensysteme 45. — empfiehlt zur Tinktion Anilinroth 91. — Anilinroth für Axenzylinder 199. — Anilinblau 92. — Parme soluble 93. — Hämatoxylinlösung 93. — kaltflüssige Injektionsgemische 107. 109. — Karmin für Injektionen 107. — schwefelsauren Baryt 104. 108. — Vorschrift für Chlorsilber 105. — für wässeriges Berliner Blau zur Injektion von Drüsenkanälen 110. Anm. — verbesserter Drehtisch 133. — sehr verdünnte Essigsäure für Muskelnerven 77. 216. — über Gallenkapillaren 276. — Lymphbahnen der Schilddrüse 296. — Fehlen derselben in der Thymus 298. — L. der Trachomdrüsen 343. — Harnkanälcheninjektionen 306.
Fruchthälter, s. Uterus.
Frustulia saxonica als Test 41.
Fuchsin, s. Anilinroth.
Führer empfahl Eisenchlorid als Erhärtungsmittel der Milz 81.

G.

Gabelzellen der Zungenpapillen nach Engelmann 337.
Gährung des Eiters 149. — des Harns, saure 313. — alkalische 315.
Gährungspilze im Magen 257. — im sauren Harn 315. — im alkalischen 315.
Galilei, angeblicher Erfinder des Mikroskops 7.
Galle 278.
Gallenfarbestoff, rother, Bilirubin 278. — Verwandtschaft und Verschiedenheit gegenüber Hämatoïdin 114. 278.
Gallengänge, feinste 276. 277.
Gallenkapillaren Injektion derselben durch Budge, Andrejevic, Mac-Gillavry, Frey, Hering u. Eberth 276. — Verfahren dabei und Auswahl der Objekte 277.
Gallenkapillaren durch pathologische Konkretionen erfüllt 279.
Gallensedimente 278.
Gallenwege 275.
Gallertgewebe 161. — Erscheinungsform 163. — Glaskörpergewebe 163. — Gewebe des Schmelzorganes 163. — Untersuchungs- und Aufbewahrungsmethoden 163. — Neubildung desselben, Myxom 170.
Ganglienzellen, s. Nervensystem.
Ganglienzellenschicht der Retina (353). 356.
Gaskammer nach Stricker 62.
Gefässe, s. Blut- und Lymphgefässe. — zum Titriren. s. Titrirmethode.
Gefässmäler 333.
Gefässneubildung 232.
Gefrierungsmethode zur Erzielung feiner Schnitte 100.
Gegenbaur's Osteoblasten 182.
Gehirn 206.
Gehirnanhang 220.
Gehirnhüllen 219.
Gehirnsand 220.
Gehörknöchelchen 360.
Gehörsteine 361.
Gehörwerkzeug 360. — Ohrschmalzdrüsen 360. — Trommelfell 360. — Paukenhöhle 360. — Gehörsteine 361. — Vorhofssäckchen der Fische 361. — Vestibulum der Säugethiere 362. — Schnecke 362. — Schwierigkeit der Untersuchung 362. — Schneckenkanal 362. — Methode von Hensen 363. — von Waldeyer 363.
Gehörzellen 361.
Gélatine de Paris, s. Leim, feiner. — mit Glycerin 126.
Gelber Körper, s. Corpus luteum.
Gemisch von Müller 81. — von Goadby 127. — von Pacini 127 und Anderen 127.
Gemische, kaltflüssige, für Injektionen (108). 109. 110. — erstarrende 101. 102. 103. 105.
Gerinnung des Bluts 141. — des Nervenmarks 198.
Gerlach, Photographirapparat 28. — Steigerung der Vergrösserung auf photographischem Wege 31. — Entdeckung der Karmintinktion 88. 89. — Anwendung von Goldchloridkalium 211. — Karmininjektion 107. — Knocheninjektion 178. — Methode zur Tastkörperchen-Untersuchung 220. — Methode, die Samenkanälchen zu injiziren 328.
Geruchsorgan 338. — Bau der gewöhnlichen Schleimhaut 338. — Katarrhalischer Prozess derselben 338. — Bildung der Schleim- und Eiterkörperchen dabei 338. — Regio olfactoria 338. — ihr Bau 339. — Die Epithelialbekleidung 339. — Riechzellen 339. — ihre Verbindung mit Axenzylindern des Olfaktorius 340. 341. — Bowman'sche und Schleimdrüsen 340. — Untersuchungsmethoden 341. 342.
Geschlechtswerkzeuge, männliche 327. — Hoden 327. — Bau 327. — Samenkanälchen 327. — Highmor'scher Körper 327. — Nebenhoden 327. — Blut- und Lymphbahnen 327. — Pathologische Neubildungen des Hodens 328. — Injektions- und Untersuchungsmethoden 328. — Ductus ejaculatorii 328. — Prostata 329. — ihre Konkretionen 329. — Cowper'sche Drüsen 329. — Kavernöse Organe 329. — Samenfäden 329. — Bewegungserscheinungen 329. — Verhalten gegen Reagentien 330. — Entstehung 330. — Aufbewahrung der Samenfäden 316. — Nachweis derselben in Samenflecken 330.
Geschlechtswerkzeuge, weibliche 318. — Bau des Eierstockes, Stroma und Follikel 318. — Ei 318. — dessen Bestandtheile 318. — Untersuchungsmethoden 319. — Eikeime 320. — Entstehung des Follikels 320. — Beobachtungen von Pflüger 321. — Platzen des Follikels 322. — Bildung des gelben Körpers 322. — dessen späteres Geschick 322. — Hämatoïdinkrystalle in ihm 322. — pathologische Verhältnisse des Eierstocks 322. — Eierstockskysten 322. — mit dem Bau der Haut 322. — Eileiter 323. — Uterus 323. — Schleimhaut und Drüsen 323. — Muskulatur 323. — Pathologische Verhältnisse des Uterus 323. — Fibroide und Polypen 323. — Krebsgeschwülste 324. — Scheide und äussere Genitalien 324. — Sekret des Cervix uteri 324. — Scheidenschleim 324. — Trichomonas vaginalis 324. — Menstrualblut 324. — Lochiensekret 324. — Milchdrüse 325. — Bildungsgeschichte 325. — Weibliche und männliche 325. — Pathologische Verhältnisse 326. — Kysten und Adenoidgeschwülste 326. — Untersuchungsmethoden des Organs 326. — Milch 326. — Milchkügelchen 326. — Kolostrumkörperchen 326. — Untersuchung der Milch 327.
Geschmacksorgan 336. — Nervenverbreitung 336. — Entdeckung der Nervenendigung in den Geschmacksknospen 336. — den Papillen der Froschzunge durch Schultze u. Key 336. — Geschmackszellen 337. — Gabelzellen von Engelmann 337.

Geschmackswärzchen der Froschzunge 336.
Geschmackszellen, s. Geschmacksorgan.
Geschwür 118.
Gewebekitt der Muskeln 192.
Gianuzzi über die Submaxillaris 250.
Gillavry, Mac- über Gallenkapillaren 276.
Gläser, vergrössernde, schon im Alterthum und Mittelalter bekannt 7.
Glasglocke zum Aufstellen des Mikroskops 56. — zum Bedecken der Objekte 57.
Glaskästchen, quadratische 64.
Glaskasten, grössere, zum Bedecken der Objekte 56.
Glaskörper 161.
Glasmikrometer 23. — Eintheilung desselben 23. — als Objektträger (Objektivmikrometer) 23. — im Okular 24.
Glasprismen 27. 31. 32. 33.
Glasstab, Aussehen in verschiedenen Zusatzflüssigkeiten 70. 71.
Glaszellen 130.
Glimmerplättchen 35.
Gliome des Gehirns 213. — der Retina 360.
Glycerin als Aufhellungsmittel 69. — Brechungsexponent 69. — zum feuchten Einschluss 126. — mit Wasser und Salzsäure 127. — mit Essigsäure 127. — mit Ameisensäure 127. — mit Karbolsäure 127. — mit Gélatine 127. — mit Tannin 127. — mit Gummi und arseniger Säure 127.
Glycerinkarmin 89. 91.
Glycerinleim 67. 168.
Goadby'sche Flüssigkeit 127.
Goldchlorid 82. 97.
Goldchloridkalium 82. 98. 211.
Gold Size 133.
Goniometer von C. Schmidt 25.
Goodsir J., entdeckt die Sarcina ventriculi 257.
Graaf'sche Follikel des Eierstocks 318.
Graham, über Kolloid- und Krystalloidsubstanzen 70.
Grammatophora subtilissima (41) 43.
Grandry, Zusammensetzung des Axenzylinders der Pacini'schen Körperchen 221.
Granulationen 170. — sogenannte, bei Bright'scher Krankheit 310.
Grösse, scheinbare, eines Gegenstandes durch den Sehwinkel bestimmt 3.
Gummi mit Glycerin 127. — als Einbettungsmittel 67. — der Chromsäure zugesetzt 76.
Guttapercha, Kitt aus 131. — Zellen aus 130.
Gypsplättchen 35.

H.

Haare 159. — Untersuchungsmethoden 159. — Haar in seinem Balge 159. — Haarschaft und Haarknopf 159. — Wurzelscheiden 159. — Epidermisüberzug des Haars 159. — Querschnitte durch Haare 160. — Zellen der äusseren Wurzelscheide 160. — Fötale Haare 160. — Aufbewahrungsmethoden 160. — Haare in Balggeschwülsten des Eierstocks 322. — Entstehung derselben 333. — Erkrankungen, s. Haut.
Haargewebe, s. Haare.
Haarpilze 331.
Haarsackmilbe 335.
Hagen über amerikanische Mikroskope 51.
Häckel empfiehlt den Flusskrebs zur Demonstration der Fleischtheilchen des quergestreiften Muskels 194.
Hämatinkrystalle (Chlorhämatin) 143.
Hämatoïdinkrystalle 141. — in geplatzten Graaf'schen Follikeln 322.
Hämatokrystallin 141.
Hämoglobinkrystalle (Hämatokrystallin) 142.
Hannover empfiehlt die Chromsäure 75.
Harn 311. — Normaler frischer 311. — Formbestandtheile 311. — Abnorme Formbestandtheile in Krankheiten; Epithelien, Schleim- und Eiterzellen, Blutkörperchen 311. — Fibrin- oder Exsudatzylinder 312. — Sarcina ventriculi 312. — Bodensätze krystallinischer und amorpher Stoffe 313. — Sediment von harnsaurem Natron 313. — der Harnsäure in ihrer verschiedenen Krystallform 313. 314. — oxalsaurer Kalk 314. — Gährungspilze 315. — phosphorsaure Ammoniakmagnesia 315. — harnsaures Ammoniak 315. — Schimmel- u. Vibrionenbildung im alkalischen Harn 315. — Krystalle von Cystin 316. — Leucin und Tyrosin 316. — Harnstoff, an Salpeter- und Oxalsäure gebunden 316. — Sarkin und Xanthin, Guanin 316. — Untersuchungsmethode der Niederschläge 317.
Harngährung, saure, 313 und alkalische 315.
Harnkanälchen 300. — schleifenförmige der Niere nach Henle und Anderen 300. 301. 303.
Harnsäure 313. 314.
Harnsäureinfarkt 310.
Harnsaure Salze 315.
Harnsaures Ammoniak 315.
Harnsaures Natron 313.
Harnsedimente 313. — ihre Untersuchungsmethode 317.
Harnstoff, oxalsaurer und salpetersaurer 316.
Harnwerkzeuge 299. — Bedeutung für den Arzt 299. — Niere mit Mark und Rinde 299. — Frühere Ansichten 299. — Henle's neuere Beobachtungen 299. — Spätere Forschungen 300. — Erste Untersuchungsweise 300. — Erhärtung der Niere 300. — Längs- u. Querschnitte 300. 301. — Chemische Isolationsmethode 302. — Ihre Ergebnisse 302. — Injektion der Harnkanälchen 305. — Selbstinjektion 306. — Schematische Darstellung des Kanalverlaufes 306. — Gefässanordnung 306. — Vasa recta 307. — Doppelte Injektion 308. — Wahl der Untersuchungsobjekte 308. — Lymphatische Bahnen 308. — Pathologische Umänderungen 308. — Bedeutung der Drüsenzellen und der Gerüstesubstanz 308. — Hypertrophie, Tu-

berkel-, Fett-, Pigment- und Amyloidentartung 309. — Bright'sche Krankheit (309) 310. — Niederschläge in den Harnkanälchen 310. — Harnsäure- und Kalkinfarkt 310. — Nierenbecken, Nierenkelche, Ureteren, Blase 311. — Blasenepithelium 311. — Harn, s. diesen.
Harting, Werk über das Mikroskop (2) 3. — prüft die Entdeckungsfrage des zusammengesetzten Mikroskops 7. — erläutert die Wirkung der Immersionssysteme 39. — elektrischer Apparat 63. — empfiehlt schwache Sublimatlösungen zur Konservirung 128. — Chlorcalcium, kohlensaures Kali und wässrige Kreosotlösung 128. — über das Brechungsvermögen der Zusatzflüssigkeiten 69. — Vorschrift zur Darstellung von Chromgelb und kohlensaurem Bleioxyd 104. — von Berliner Blau in Oxalsäure 106. — aus schwefelsaurem Eisenoxyd und Kaliumeisencyanür 106. — Blechkasten 114. — Guttaperchakitt 132. — Kautschukkitt 132.
Hartnack's holosterisches Okular 13. — stereoskopisches 33. — bildumdrehendes 59. — Flintglaslinse über dem Polarisator 34. — verbessert den Analysator 34. — seine Linsensysteme und ihre Oeffnungswinkel 48. 49. — Immersionssysteme 38. — Oeffnungswinkel derselben von Harting geprüft 39. — gegenüber Probeobjekten 42. 43. 44. 45. — löst die Linien der Surirella Gemma in hexagonale auf 43. — grosses Hufeisenstativ 48. (21) 52. — kleineres 48. (21). — andere Instrumente 48. 49. — Mikroskopirlampe 53.
Hasert'sche Mikroskope 50.
Hassal's konzentrische Körper der Thymus 158.
Haut 330. — ihr Bau 331. — Oberhaut 331. — Malp. Schleimnetz 331. — Lederhaut 331. — Schweissdrüsen 331. — Talgdrüsen 331. — Blutgefässe 332. — Lymphbahnen 332. — fötale Haut 333. — Sammlungsobjekte 333. — patholog. Umänderungen der Haut 333. — Entzündliche Zustände 333. — Hypertrophieen 333. — Elephantiasis 333. — Warzen und Kondylome 333. — Gefässmäler und Teleangiektasieen 333. — Kysten 333. — Atherome 333. — Mitesser oder Komedonen 333. — Hirsekorn (Milium) 333. — Pflanzliche Parasiten 334. — Trichophyton tonsurans 334. — Mikrosporon Audouini 334. — M. mentagrophytes, M. furfur 334. — Achorion Schönleinii 334. — Thierische Parasiten 334. — Haarsackmilbe, Demodex folliculorum 335. — Krätzmilbe, Sarcoptes hominis 335.
Hautnerven 219. 220.
Hautwarzen 333. — trockene 158.
Havers'sche Kanäle und Haversian spaces, s. Knochen.
Heidenhain's Methode der Färbung mit Karmin 91. — mit Anilinblau 93. — über Knorpelkapseln 176. — über Speicheldrüsen 250. — über Magendrüsen 253.
Helmintheneier im Kothe 270.
Henle empfiehlt starke Salzsäure für die Harnkanälchen der Niere 74. — Methode, Querschnitte des Haares zu gewinnen 160. — untersucht den Verlauf der Harnkanälchen in der Niere 299.
Hénocque's Vergoldungsmethode 98.
Hensen's Querschnitter 67. — über den Bau des Muskelfadens 195. — Untersuchung der Nervenendigung im Froschlarvenschwanz 218. — Methode bei dem Schneckenkanale 363.
Hering's Apparat zur Injektion mit konstantem Druck 114. — Untersuchungen über Gallenkapillaren 276.
Herpes tonsurans 334.
Herstellung mikroskopischer Präparate (vgl. Präparate) 64. 121.
Herz, verzweigte Muskelfäden desselben 191. — Lage der Kerne in der Fleischmasse 191.
Hirnanhang (Hypophysis cerebri) 222.
Hirsekorn (Milium) 333.
His'sche Pinselmethode 68. — Silberimprägnation (82) 95. — adeonides Gewebe 162. — sogenannte perivaskuläre Räume 212. — Arbeit über die Hornhaut 345. — über die Thymus 298.
Histologie des normalen und kranken Körpers in ihrer Bedeutung 2.
Hoden (vgl. Geschlechtsorgane) 327.
Hoffmann's Indikator 135. Anm.
Holosterisches Okular von Hartnack 13.
Holzessig, Anwendung desselben in der Gewebelehre 78.
Hornblatt von Remak 243.
Hornhaut (Sehwerkzeug) 345. — Hornhautnerven 217. — von Hoyer und Cohnheim 217. — von Engelmann 217. — Angaben von Saemisch und Müller 218.
Hornhautkörperchen (345), 347. — pathologische Umänderungen derselben 347.
Hornhautnerven, s. Hornhaut.
Howship'sche Lakunen des Knochens 185.
Hoyer's gelber transparenter Farbestoff 108. — entdeckt den Bau der Kapillaren 223. — H. und Cohnheim entdecken das Eindringen von Hornhautnerven in das Epithel 217.
Hülfsapparate zum mikroskopischen Zeichnen 26.
Huygens'sches Okular, negatives 12.
Hyalodiscus subtilis durch Bailey als Testobjekt empfohlen 41.
Hypertrophieen, s die einzelnen Organe.
Hypophysis cerebri s. Gehirnanhang.
Hypoxanthin (Sarkin) in der Leber (280) 281. — im Harn 316.
Hyrtl, historische Darstellung der Injektionen 101. — harzige Massen und ihre Verwendung 101. 102. — Leimmassen 102. — kaltflüssige Gemische 103. — empfiehlt zur Injektion die Farben in Bleiröhren 103. — Einstichsmethode 117. — untersucht die Nieren (300). 306.

I und J.

Janssen, Zacharias, Erfinder des zusammengesetzten Mikroskops 7.
Immersionssysteme 38. — von Hartnack 39. — von Powell und Lealand 39. — Wirkung derselben, erläutert und geprüft von Harting 39.
Indigkarmin 92.
Indikator 135. — Hoffmann's Einrichtung 135. Anm.
Infarkt, hämorrhagischer der Milz 287.
Infundibula der Lungen 289.
Injektion, Bedeutung derselben für histologische Arbeiten 100. — Kunst derselben in ihren Anfängen 101. — in ihrem gegenwärtigen Zustande 101.
Injektion, doppelte, s. Injektionsverfahren.
Injektion des Gehirns und Rückenmarks 212.
Injektionen einzelner Organe, s. diese.
Injektionsfarben 102. 103. — körnige, durch Präzipitation in den Adern gebildet 102. — Colours in tubes 103. — rothe, Zinnober 103. — gelbe, Chromgelb 104. — weisse, Blei- und Zinkweiss, schwefelsaurer Baryt 104. — Anwendung von Chlorsilber 105. — transparente 105. — Thiersch's Berliner Blau 105. — Berliner Blau in Oxalsäure 106. — Berliner Blau aus schwefelsaurem Eisenoxyd und Kaliumeisencyanür 106. — Lösliches Berliner Blau 106. — Gerlach'sche Karminmasse 107. — Methode von Frey 107. — Transparentes Gelb von Thiersch 108. — von Hoyer 108. — Gelb von Robin 108. — Transp. Grün von Thiersch 108. — Grün von Robin 108. — Beale's gewöhnliches Blau für kaltflüssige Massen 109. — B. bestes Blau 109. — Richardson's Blau 109. — Müller's Blau 109. — Beale's Karmin 110. — Frey's Barytmasse 110. — Farben von Hyrtl mit harziger Masse 101.
Injektionsgemische, kaltflüssige mit Beale's Berliner Blau 109. — mit dem Richardson'schen Blau 109. — mit Müller's Blau 109. — mit Beale's Karmin 110. — mit schwefelsaurem Baryt nach Frey 110.
Injektionsmasse für Drüsengänge 110. Anm.
Injektion mit konstantem Druck 111. — mit der Glasröhre und Flüssigkeitssäule 112. — mit Quecksilberdruck 112. — mit komprimirter Luft 113. — Harting'scher Injektionskasten 114. — Apparat von Hering 114.
Injektionsklemmen (Serres fines) 116.
Injektionsmethoden 101. — mit erstarrenden 101 und kaltflüssigen Massen 109. — Harzmasse 101 — Ihre Darstellung nach Hyrtl 101 — Leimmasse 101. — ihre Vorzüge 101. — Ihre Darstellung 102. — Erwärmung derselben 102. — Behandlung der mit Leim injizirten Präparate 120. — kaltflüssige Gemische aus Glycerin, Alkohol und Wasser bestehend 109. — ihre Vorzüge 110.
Injektionsobjekte für Blutgefässe 116. — frische, ältere und in Weingeist gelegene Organe 116. — für Lymphgefässe 116. — für Drüsenkanäle 116.
Injektion, spontane, des lebenden Thieres nach Chrzonszczewsky 111. — mit Karmin und Indigkarmin 111. — der Lymphknoten mit Anilinblau nach Toldt 237.
Injektionsspritzen (114) 115. — ihre Kanülen 115. — ihre Behandlung 115. — Einbinden der Röhrchen 117. — Füllung der Spritze 118. — Führung des Stempels 118. — Verschluss der Röhrchen 119.
Injektionsverfahren bei Blutgefässen 116. — bei Lymphgefässen 116. — bei Lymphgefässen mit der Einstichsmethode von Hyrtl und Teichmann 117. — an dünnwandigen Theilen 118. — der Drüsengänge 116. — Füllen der Spritze bei Injektionen 118. — Eintreiben der Masse 118. — Abbinden des Gefässes 119. — Verschluss der Kanüle 119. — Beendigung der Einspritzung 119. — mit doppelter Füllung der Blutgefässe 119. — mit Füllung von Blut- und Lymphgefässen 119. — Nachbehandlung der gefüllten Gefässe 120. — Erhärtung der Präparate 120. — Verarbeitung derselben 120. — Aufbewahrungsmethoden, trockene und feuchte 120.
Institute, mikroskopische, von Bourgogne, Möller und Rodig 122. 136.
Instrumente für Herstellung mikroskopischer Präparate, s. Präparirinstrumente.
Iod 79. — mit Schwefelsäure in seiner Wirkung auf Amylon, Amyloid, Cellulose und Cholestearin 73.
Ioddämpfe nach Rollet 346.
Iodserum von Schultze 71.
Iris (349). 350.

K.

Kali 79.
Kali, chlorsaures, in Verbindung mit Salpetersäure 80.
Kali, essigsaures (80) 126.
Kali, kaustisches 79.
Kali, kohlensaures 123. — Pulver desselben zur Untersuchung pathologisch veränderter Gehirn- und Rückenmarkssubstanz 222.
Kalilauge, schwache 79. — starke 79. — von 30—35% nach Moleschott 79. — von 28, 30, 32, 35, 40% nach Schultze 79.
Kaliumeisencyanid 105. 109.
Kaliumeisencyanür 106. 109.
Kalk, kohlensaurer, Krystalle desselben, geeignete Objekte zum Studium der Molekularbewegung 60. — im Gehörorgan 361.
Kalk, oxalsaurer, im Harn 311. — in den Exsudatzylindern bei Bright'scher Krankheit 312.

Kalkinfarkt der Niere 311.
Kalkwasser von Rollett für Bindegewebe benützt 80.
Kallus 185.
Kaltflüssige Injektionsmassen (101) 109.
Kammer, feuchte, von Recklinghausen 61. — in Verbindung mit dem erwärmbaren Objekttisch 62. — gewöhnliche feuchte Kammer 61.
Kampher, antiseptische Wirkung desselben auf mikroskopische Zusatzflüssigkeiten 71. — auf Injektionsmassen 107. 108.
Kanadabalsam, Brechungsexponent desselben 69. — zum Einschluss von Sammlungspräparaten 122. — Sorten desselben 122. — kaltflüssiger 122. — mit Chloroform und Aether gelöst 84. 122. — erwärmter 123. — verdickter 123. — Abnehmen des Ueberschusses von der Glasplatte 123. — Festwerden zwischen den Gläsern des Objektträgers 122. — Entfernung der Luftblasen 122. — künstlich erhärteter, für lufthaltigen Einschluss der Knochen 178.
Kankroid, s. Epithelialkrebs.
Kapillaren, s. Blutgefässe. — Zusammensetzung derselben aus Zellen nach Hoyer, Auerbach, Eberth und Aeby 223.
Karbolsäure 85. — in Verbindung mit Glycerin nach Bastian 126.
Karies 186.
Karmin 88. — Lösung in Ammoniak 88. 89. und 107. 110. — Injektionsmasse von Gerlach 107. — von Beale 110. — Karmin mit Glycerin 89. 90. — zur Selbstinjektion 111.
Karminmasse von Kollmann 110. Anm.
Karmintinktion, erfunden von Gerlach 88. — Auswaschen in Essigsäure 89. — von Beale 90. — von Heidenhain 90. — von Thiersch mit Oxalsäure 90. — mit Borax 90. — Saure Karmintinktur 91.
Karzinom 170.
Kautschuk 132.
Kautschukkitt 132.
Kautschukzellen 130.
Kavernöse Körper der männlichen Geschlechtsorgane (328). 329.
Kehlkopf 288.
Keimbläschen, s. Ei.
Keimfleck, s. Ei.
Kellner's Mikroskope 50. — orthoskopisches Okular 13.
Key bestätigt die Verbindung der Zungenmuskelfäden mit Bindegewebekörperchen 249. — entdeckt mit Schultze die Endigung der Geschmacksnerven 337.
Kindspech, s. Mekonium.
Klein's Vergoldungsverfahren 347.
Kitte 133. — Asphaltlack 133. — A. von Bourgogne 133. — von Ziegler 134. — von Stieda 134. — Maskenlack 134.
Knaueldrüsen, s. Drüsen. — der Haut, s. Schweissdrüsen. — der Konjunktiva 343. — des Gehörorgans 360.
Knochen 175. — Vorbereitende Behandlung 175. — Entkalkung 175. — Isolirung der Zellen durch starke Säuren 175. — Nachweis der Knochenzellen durch Karmintinktion und Vergoldung 176. — Sharpey'sche Fasern 176. — Anfertigung von Schliffen 177. — Vorschriften von Reinicke 177. — Textur des Knochens 177. — Lamellen 177. — Knochenkörperchen und -zellen 177. — Markkanälchen 177. — Einschluss der Schliffe 177. — Injektion der Blutgefässe 178. — Injektion der Knochenhöhlen und Kalkkanälchen nach Gerlach 178. — Verhalten im polarisirten Lichte 179. — Entstehung des Knochens 180. — Resorption des Knorpels 180. — Ossifikationspunkte 180. — Knorpelmark 182. — Schicksal der Knorpelmarkzellen 182. — Osteoblasten von Gegenbaur 182. — Neubildung der Knochenmasse 182. — Osteogenes und osteoides Gewebe 183. — Resorption der Knochensubstanz 183. — Wachsthum der Knochen 183. — Entstehung von bindegewebiger Grundlage 183. — Untersuchung des Knochenmarks 183. — Entstehung der Blutzellen nach Bizzozero und Neumann 184. — Knochen bei Rachitis 184. — Untersuchungsmethoden fötaler Knochen 184. — Neubildung von Knochenmasse unter abnormen Verhältnissen 184. — Kallusbildung 185. — Regeneration verlorener Stücke 185. — Hyperostose 185. — Exostose 185. — Sklerose 185. — Osteosarkom 185. — Entstehung von Knochensubstanz in bindegewebigen Theilen 185. — Resorptionsvorgänge der Knochen 185. — Haversian spaces 185. — Howship'sche Lakunen 185. — Ostoklasten von Koelliker 186. — Osteoporose 186. — Osteomalacie 186. — Karies 186. — Geschick entkalkter Knochen 186. — Untersuchungsmethoden pathologischer Knochen 186.
Knochengewebe, s. Knochen.
Knochenknorpel s. Knöchen.
Knochenkörperchen, s. Knochen.
Knorpel 171. — Verschiedene Formen 172. — Hyaliner-, Faser- oder Netzknorpel und bindegewebiger 172. — Untersuchungsobjekte des hyalinen Knorpels 172. — Rippenknorpel 173. — Grosse Mutterzellen mit Tochterzellen 173. — Verkalkter Knorpel 173. — Entkalkung desselben 173. — Untersuchung der Netzknorpel 173. — Verhalten des Knorpels im polarisirten Lichte 173. — Knorpelkapseln 173. — Zerstörung der Zwischenmasse auf chemischem Wege 174. — Pathologisches Knorpelgewebe 174. — Aufbewahrungsmethoden 174.
Knorpelgewebe, s. Knorpel.
Knorpelmarkzellen s. Knochen.
Knorpelverknöcherung (-verkalkung) 173. 180.
Knorpelzellen, s. Knorpel.
Kochen thierischer Gewebe (der glatten Muskeln) 187. — in Essig 78.

Kochsalz, s. Chlornatrium.
Kochsalzkrystalle aus dem Harn 314. 315.
Köllikér beschreibt die Ostoklasten 186. — empfiehlt sehr verdünnte Essigsäure für die Untersuchung der Muskelnerven (77) 216. — sehr verdünnte Salzsäure 216. — sehr verdünnte Salpetersäure 216. — stellt das »cytogene« Gewebe auf 162. empfiehlt Kochen der Thymus 298. — verfolgt die Lymphgefässe im Schwanz der Froschlarven 240. — untersucht mit Scanzoni den Schleim der weiblichen Genitalien 324.
Körnchenzellen 295.
Körnerschichten der Retina 253. 256.
Kollektivglas des zusammengesetzten Mikroskops 10. — Wirkung desselben 10.
Kollektivlinse, s. Kollektivglas.
Kollmann's Karminmasse 110. Anm.
Kollodium 81.
Kolloiddegeneration 171. — der Drüsen (246) 247. — der Thyreoidea 297.
Kolloid Alveolar- krebs 171.
Kolloidsubstanzen von Graham 70.
Kolophonium, in absolutem Alkohol gelöst, ein Ersatzmittel des Kanadabalsam 125.
Kolostrumkörperchen 326.
Komedonen 333.
Kondensator, s. Kondensor.
Kondensor, gewöhnlicher 18. — Wirkung desselben, achromatischer der Engländer 18. — von Dujardin 18. — von Hartnack 18.
Konservirungsflüssigkeiten 125. — aus Glycerin 125. — mit Salz-, Essig- oder Ameisensäure 126. — Glycerin und Gélatine 126. — Glycerin und Gummi 126. — Glycerin und Karbolsäure 126. — mit essigsaurem Kali nach Schultze 126. — Goadby'sche 127. — Pacini'sche 127. — des Berliner pathologischen Instituts 127. — mit Quecksilberchlorid 128. — mit Chromsäure und chromsaurem Kali 128. — Chlorcalcium 128 — kohlensaurem Kali 128. — Kreosot 128. — arseniger Säure 128. — Methylalkohol 128. — Methylalkohol und Kreosot 128 — Topping's Flüssigkeit 129. — Deane's Flüssigkeit 129.
Konstruktion des modernen Mikroskops 15.
Konzentrische Körper der Thymus 298. (158).
Kopallack 124.
Korrektion der Aberrationen eines Linsensystems 11. 12.
Korrektionsapparat der Linsensysteme 14. 38.
Korrosionsverfahren bei der Lunge 289.
Krätze 335.
Krätzmilbe 335.
Krause, W., Untersuchung der Nervenendigung in den Muskeln 215. — empfiehlt verdünnte Essigsäure für die Muskelnerven 216. — entdeckt die Endkolben 219. — empfiehlt Essigsäure für dieselben 219. — verwendet molybdänsaures Ammoniak etc. für Speicheldrüsen 250.
Krebsgeschwülste 170.
Kreislaufsbeobachtungen 144. — bei Amphibien 145 — bei Säugethieren 145. — bei Entzündung 146. — bei gehemmtem Blutabfluss 146.
Kreosot 85. — und Methylalkohol 128 — als Aufhellungsmittel von Stieda empfohlen 85. — von Schwarz benützt 94.
Kropf 297.
Krümmung der mikroskop. Bilder 7. 8.
Krystallinse, s. Linse des Auges.
Krystalloidsubstanzen von Graham 70.
Kühne empfiehlt sehr verdünnte Schwefelsäure für die Muskelnerven 216. — Salpetersäure und chlorsaures Kali zur Isolirung der Muskelfäden 191. — Untersuchung der Hornhaut (345). 347.
Kupferoxyd, schwefelsaures 110 Anm.
Kutschin empfiehlt Kreosot 85. — dessen Doppeltinktion 94.
Kystenbildungen in der Niere 310. — im Ovarium 322. — in der Milchdrüse 326. — in der Haut 333.

L.

Labdrüsen 253.
Labzellen (Beleg- oder delomorphe Zellen) 253. 254.
Lambl's Cercomonas intestinalis 269.
Lamina elastica anterior der Hornhaut 345. — der Chorioidea 350.
Lamina spiralis der Schnecke 362.
Landois verwendet Fuchsin für den Knorpel 174.
Landolt lehrt die Wirkung des Kamphers für mikroskopische Zusatzflüssigkeiten kennen 70.
Leber 272. — Leberzellen 272. — Läppchen der Leber 273. — ihre Darstellungsmethoden 273. — Querschnitt eines Läppchens 273. — Blutgefässe und Injektion derselben 273. — Kapillarnetze und ihre Zellen 274. — Methoden zur Demonstration der Membrana propria 274. — Objekte 274. — Beschaffenheit jener Haut 274. — Feinste Gallengänge 275. — Ihre Injektion 275. — Verfahren dabei 276. — Lymphgefässe der Leber 277. — Nerven 277. — Neuestes Verfahren von Pflüger 277. — Galle 278. — Normale Beschaffenheit 278. — Sedimente derselben 278. — Cholestearin 278. — Bilirubin 278. — Pathologische Veränderungen der Leber 278. — Hypertrophie 278. — Braune Moleküle der Leberzellen 278. — Fetteinlagerungen in die Leberzellen, sogenannte Fettleber 279. — Untersuchungsmethode der Fettleber 279. — Fettige Degeneration 279. — Zerfall bei akuter gelber Leberatrophie 279. — Chemische Bestandtheile der erkrankten Leber 280. — Tyrosin 280. — Leucin 280. — Hypoxanthin (Sarkin) 281. — Xanthin 281. — Cystin 281. —

— Embolie der Lebergefässe durch Pigmentschollen bei Melanämie 281. — Amyloidentartung der Leber (Wachs- oder Speckleber) 281. — Untersuchung der Amyloidsubstanz 282. — Lebertuberkel 282. — Cirrhose 282. — Untersuchungsmethode 282. — Leberkrebs 283.
Leber imprägnirt mit Berliner Blau 98.
Lederhaut, s. Haut.
Legros verwendet bei der Versilberung unterschwefligsaures Natron 95.
Lehmann lehrt die Darstellung der Chlorhämatinkrystalle 142.
Leim als Injektionsmasse 101. — feiner weisser (Gélatine de Paris) 102. — gewöhnlicher 102. — Vortheil der Masse 102. — Bestandtheil von Konservirungsflüssigkeiten, s. diese.
Leistungen englischer und kontinentaler Linsensysteme 38. — der englischen und festländischen 38. 51. — der amerikanischen Mikroskope 51.
Leptothrix buccalis 251. — im Koth 269.
Leucin aus der Leber 280. — im Harn 316.
Leukämie 139.
Licht, zentrisches u. schiefes, zur Beleuchtung 17. 18. 52. 53. — polarisirtes 34. 35.
Lieberkühn's Injektionen 101. — Vorrichtung zur Beleuchtung 54.
Lieberkühn'sche Drüsen (259). 260.
Linie, Pariser, reduzirt auf den Millimeter und andere Maasseinheiten 25.
Linse des Auges (Schwerkzeug) 351. — ihre Kapsel 351. — ihre Fasern 352. — ihre Umänderungen in Krankheiten 352. — Entstehung derselben 352.
Linse (Doppel-) achromatische aus Crown- und Flintglas 9. — achromatische des Mikroskops, hergestellt durch van Deyl 10. — Fraunhofer 10. — aplanatische 9. — über- und unterverbesserte 10.
Linsenförmige Drüschen 254.
Linsenkapsel, s. Linse.
Linsenkombination, in den Objekttisch eingesetzt 13.
Linsensysteme, achromatische, hergestellt durch Chevalier und Selligue 10. — ihre Wirkung 10. — aplanatische 12. — Bezeichnung derselben 12. — mit beweglichen Linsen 12. — mit feststehenden Linsen 12. — mit Korrektionsapparat 14. 15. 38. — mit Korrektionsapparat und Immersion 38. — Oeffnungswinkel derselben 12. 39. — schwache in Verbindung mit starken Okularen 15. — starke in Verbindung mit schwachen Okularen 15. — Werth schwächerer Linsensysteme gegenüber stärkeren 55. 59. — zur Erkennung der Reliefverhältnisse mikroskopischer Körper 59. — überkorrigirte 13.
Lipom 164.
Lippen (und ihre Talgdrüsen) 247.
Lister (und Turner), innerer Kreis der quer durchschnittenen Nervenröhre 200.
Locheisen 121. 130.
Lochialsekret 324.
Lovén's Entdeckung der Lymphbahnen in der Schleimhaut des Magens 255. — der Geschmacksknospen der Zunge 336.
Ludwig und Tomsa, über Lymphbahnen des Hodens 327. — L. und Zawarykin über die Niere 300.
Lür'sche Injektionsspritze 115.
Luftbild des zusammengesetzten Mikroskops 7. — des verbesserten 11.
Luftblasen, Entfernung derselben aus dem Kanadabalsam 122. — Vorkommen im Speichel 252. — in Lungenpräparaten 288. — im Auswurf 294.
Lunge (Athemwerkzeuge) 288.
Lungenbläschen 289.
Lungenepithel 290.
Lungenfasern im Auswurf 295.
Lungenkapillaren, Schleifen derselben 291.
Lupe 5.
Lupenträger 6.
Lymphdrüsen 235 — Untersuchungsmethoden 235. — Verfahren von Toldt 236. — Gerüste 236. — Erfüllung der Blutgefässe 236. — der lymphatischen Bahnen 236. — Verfahrungsweise 236. — Einstichsmethode 237. — Natürliche Füllung 237. — Behandlung fetterfüllter Chylusdrüsen 237. — Pathologische und sonstige Veränderungen 237. — Fettzellgewebe 238. — Pigmentirungen 238. — Bronchialdrüsen 238. — Umwandlungen in Bindegewebe 238. — Anatomische Verhältnisse beim Abdominaltyphus 238. — bei Tuberkulose und Skrophulose 239. — entzündlichen Zuständen und Hyperthrophieen 239. — Werth der Injektionen bei erkrankten Lymphdrüsen 239. — Entstehung beim Embryo 240.
Lymphe 146. — Gewinnung 146. — Zellen (Lymphkörperchen) 147. — Aufbewahrung 147.
Lymphgefässe 234. — Bau und Untersuchung der grösseren Stämme 234. — feinerer Kanäle 234. — feinste scheinbar lakunäre Bahnen 234. — Silberimprägnation 234. — Injektion 235. — Chylusgefässe 235. — Neubildung von Lymphgefässen in Neoplasmen nach Krause und Neumann 235.
Lymphknoten, s. Lymphdrüsen.
Lymphkörperchen in lymphoiden Organen 235. — in der Darmschleimhaut 259. — in der Milz 284. 285. 286. — in der Thymus 297.
Lymphoidzellen 147 etc.

M.

Maasszylinder 86.
Maasse, mikroskopische 24. 25.
Maasseinheit mikroskopischer Grössenbestimmungen 24.
Macula lutea der Retina 360.
Magen 252.
Magendrüsen 253. — Magenkrebs (falscher) 256.

Magenschleim 254.
Magenschleimdrüsen 254.
Malerpinsel 65. 68.
Malmsten's Paramaecium coli 269.
Malpighi'sche Gefässknäuel der Niere 299. — Körperchen der Milz 284. — Pyramiden der Niere 299. — Schleimnetz der Haut 331.
Mamellonirter Zustand der Magenschleimhaut 255.
Margó untersucht die Nervenendigung in den Muskeln 215.
Marine glue, s. Seeleim.
Markstrahlen der Niere 302
Maskenlack, schwarzer 134
Mastix 101. — in Chloroform 125.
Meibom'sche Drüsen 342.
Meissner entdeckt die Gangliengeflechte in der Submukosa des Verdauungskanales 204.
Mekonium 269.
Melanämie 139 — Verhalten der Leber 281 und Milz 287. — Verhalten der Hirngefässe 232. — Embolieen der Lebergefässe 281. — der Niere 309.
Melanin, s. pigmentirte Epithelien.
Melanose (und Anthrakose) der Bronchialdrüsen 238 — der Lungen 292.
Membrana limitans interna der Retina 355. — M. l. externa 356.
Membrana propria, s. Drüsen.
Menstrualblut 324.
Mentagra 334.
Merz'sche Mikroskope (19). 49.
Messapparate, mikroskopische 22. 23.
Messerchen 65.
Metallimprägnationen 95. — salpetersaures Silberoxyd 95. — Osmiumsäure 96. — Osmiamid 97. — Goldchlorid 97. — Goldchloridkalium 97. — Palladiumchlorür 98. — Berliner Blau 98.
Methylalkohol 81. — als Bestandtheil kaltflüssiger Injektionsgemische 109. — als B. von Konservirungsflüssigkeiten 128.
Meyer, H., empfiehlt die Schwefelsäure zum Ablösen des Oberhäutchens der Haare 159.
Mikrokokkus von Hallier 150.
Mikrometer, s. Glasmikrometer, Okularglasmikrometer, Objektglasmikrometer und Schraubenmikrometer.
Mikrometer-Okular 23. 24.
Mikrometer-Schraube 17. 19. 20.
Mikromillimeter 24. 25.
Mikroskop. Bedeutung desselben für den Arzt 1. — Literatur desselben (Werke von Beale, Carpenter, Harting, Mohl, Nägeli und Schwendener, Vogel) (2). — Dippel 3.
Mikroskop, einfaches 6. Einrichtung desselben (Säule, Tisch, Spiegel) 6. — als Präparirinstrument nur noch von Bedeutung 6. — Instrumente von Plössl und Nachet 6.
Mikroskop, ältestes zusammengesetztes. Erfindung desselben 7. — Unvollkommenheit desselben 7.
Mikroskop, zusammengesetztes. Anschaffung desselben 45. — Einrichtung 10. — einfachste Form 6. 7. — verbesserte Gestaltung 10. 13. — Röhre 16. — Linsensysteme 11. 12. 15. — Okulare 12. 13. 15. — Spiegel 17. — Diaphragmen 17. — Kondensoren 18. — Mikroskopgestelle von Merz 19. — Stative von Nachet, Chevalier, Zeiss 20. — Hufeisengestell von Oberhäuser, Hartnack u. A. 20. — Gebrauch des M. 51. — Anleitung zum Arbeiten 51. — zur Erleuchtung 51. — Stellung im Zimmer 51. — Abfangen des auffallenden Lichtes durch einen dunkeln Schirm 52. — Beleuchtung abhängig vom Zustande des Himmels 52. — Vermeidung allzugreller Beleuchtung 52. — schiefe und künstliche Beleuchtung 53. — Lampen 53. — L. von Hartnack 53. — Beleuchtung mit auffallendem Licht 54. — Einstellung 54. — Vorsicht dabei 54. — Bleibende Aufstellung des M. 56. — Durchmusterung nach dem Gebrauch 56. - Vorsichtsmassregeln bei Reagentienanwendung 56. — Reinigung der Gläser 56. — Prüfung 35. — Prüfung der Vergrösserungen 35. — der spärischen und chromatischen Aberration 36. — des ebenen Sehfeldes 36. — Definitionsvermögen der Objektive 37. — Penetrationsvermögen derselben 38. — Werth des optischen Theiles 46. — des mechanischen Theiles 45. 46. — Man vgl. noch Immersionssysteme u. Testobjekte, sowie die Preisverzeichnisse als Anhang.
Mikroskope, zusammengesetzte, Preise kontinentaler, englischer, amerikanischer Firmen 48.
Mikroskope, zusammengesetzte, verschiedener Firmen. Der Amerikaner 51. — von Amici (10). 47. 50. — v. Bénèche 50. — v. Chevalier 49. (19. 20). — Engelbert und Hensoldt 50. — der Engländer 48. 50. — von Fraunhofer und Utzscheider (s. Merz). — Gundlach 50. — von Hartnack 48. (20. 21). — Hasert 50. — Kellner 50. — Leitz 50. — Merz (19). 49. — Nachet 19. (20). 22. 49. — Nobert 50. — Oberhäuser 10. — Plössl (10). 50. — Powell und Lealand 51. — Ross 50. — Schiek (10). 50. — Schröder 50. — Smith und Beck (21. 22). 51. — Spencer 51. — Tolles 51. — Wales 51. — Winkel 50. — Zeiss (19. 20). 50.
Mikroskop, zusammengesetztes binokuläres 32. — von Nachet 32.
Mikroskop, zusammengesetztes multokuläres 32.
Mikroskop, zusammengesetztes photographisches 29.
Mikroskop, zusammengesetztes polarisirendes 33.
Mikroskop, stereoskopisches (32). 33. — von Crouch 33. — Riddell 33. — Wenham's Einrichtung 33. — von

Nachet 33. — Hartnack's Einrichtung 33.
Mikroskopiker, Eigenschaften desselben 57.
Mikroskopirlampen 53.
Mikroskopische Bilder, s. Bilder.
Mikroskops-Verbesserungen durch van Deyl, Fraunhofer, Selligue mit Chevalier, Amici 10.
Mikroskopisches Sehen 2. 52. 58.
Mikrosporon von Klebs 150. — M. Audouini 334. — mentagrophytes 334. — furfur 334.
Mileh 326.
Milchdrüse 325. — Neubildungen in derselben 326.
Milchkügelchen 326.
Miliartuberkel der Gehirngefässe 221. — der Milz 287. — der Lungen 293.
Milium, s. Hirsekorn.
Millimeter, reduzirt auf die Pariser Linie und andere Maasseinheiten 25.
Milz 283. — Schwierigkeit der Untersuchung 283. — Frisches Organ 283. — Erhärtungsmethoden durch Alkohol, Chromsäure u. chromsaures Kali 283. 284. — Schnitte 284. — Erhärtung pathologischer Milzen 284. — Aufbewahrung der Sammlungspräparate 284. — Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die Natur der Milz 284. — Malpighi'sche Körperchen 284. — Pulpa und ihre Kanäle 285. — Blutbahnen 285. — Blutkörperchenhaltige Schollen 285. — Lymphgefässe 286. — Angaben von Tomsa 286. — Trabekelgerüste 286. — Nerven 287. — Veränderungen der Milz in Krankheiten 287. — Milz bei Abdominaltyphus 287. — Miliartuberkel 287. — hämorrhagischer Milzinfarkt 287. — Hypertrophie 287. — Pigmentmilz 287. — Amyloiddegeneration 287. — ihre beiden Varietäten 288. — Sammlungspräparate krankhafter Milzen 288.
Mineralsäuren 73.
Mitesser, s. Komedonen.
Moderateur 53.
Mohl, Werk über das Mikroskop 2. 3. — empfiehlt den Kondensor für das Polarisationsmikroskop 31. — einen verbesserten Okular-Schraubenmikrometer 23. — die Schuppen von Papilio Janira als Test-Objekt 40.
Moitessier über mikroskopische Photographie 28. — M.'s phothograpische Apparate 29. 30.
Molekularbewegung kleiner Körper, s. Brown'sche Molekularbewegung.
Moleschott empfiehlt das Essigsäure- und Alkoholgemisch, ein starkes und ein schwaches 83. — Kalilaugen von 30—35% 79. — untersucht die Kalilaugen in ihrer Wirkung auf Epithelium 157. — auf glatte Muskeln 188.
Möllers Präparate 136. — Diatomeentestplatte 41. Anm.
Molybdänsaures Ammoniak, s. Ammoniak.
Muguet (Soorpilz) 252.
Müller, H., empfiehlt die Chromsäure mit Salzsäurezusatz zum Entkalken 175. — Arbeit über die Glashäute des Auges 350. — über die Retina 357.
Müller, H., und Sämisch untersuchen die Hornhautnerven 218.
Müller'sche Flüssigkeit 81.
Müller, W., Berliner Blau 109. — braune Injektionsmasse 110. Anm. — Studien über die Milz 286.
Multipolare Ganglienzellen, s. Nervensystem.
Mundhöhle 247. — Zustand derselben 251.
Muskeln 186. — glatte und quergestreifte 186. — Form und physiologisches Verhalten 186. — Untersuchungsmethode der glatten Faserformation 187. — Kontraktile Faserzellen 187. — Ihre Isolirung 188. — durch Salpetersäure 188. — Salzsäure 188. — verdünnte Essigsäure und Essigsäuregemische 188. — Kalilaugen 188. — Kochsalzlösung von 10% 188. — Untergang und Neubildung 188. — quergestreifte 188. — Untersuchungsmethoden 189. — Wahrnehmung der Fleischmasse 189. — der Kerne 189. — des Sarkolemma 189. — der Lagerungsverhältnisse 191. — Querschnitte von Muskelfäden 191. — Isolirung der Fäden 191. — Chemische Hülfsmittel chlorsaures Kali mit Salpetersäure nach Kühne und v. Wittich 191. — sehr verdünnte Schwefelsäure 191. — durch Erwärmen in zugeschmolzenen Glasröhrchen nach Rollett 191. — durch konzentrirte Salzsäure nach Aeby 192. — durch Kalilaugen 192. — Verhalten zur Sehne 192. — Darstellungsmethode von Weismann mit Kalilauge 192. — Zugespitzte Muskelfäden 192. — Haargefässe 192. — Nervenendigungen, s. Nervensystem. — Erörterung der Längs- und Querzeichnung 193. — Fibrillentheorie 193. — Theorie von Bowman 193. — Fleischtheilchen (Sarcous elements) 193. — Studium mit Reagentien 194. — Fleischtheilchen der Fliege nach Amici 194. — Neue Forschungen von Krause und Hensen 195. — Doppelt und einfach brechende Lagen nach Brücke 195. — Entstehung des quergestreiften Muskels 196. — Fettdurchwachsene M. 196. — Pathol. Umänderungen, Fettdegeneration 196. — Trichinen 196. — ihre Kapseln 197. — Untersuchung trichinisirter Muskeln 197. — Typhöse Umwandlung nach Zenker 197. — Sammlungspräparate 197.
Muskelfasern in erbrochenen Massen 256. — im Kothe 268.
Mutterzellen im Knorpel 173.
Myelin 213.
Myxom 170.

N.

Nachet's Mikroskope 19. 20. 21. 22. 49.
Nagelgewebe 158. — Menschliche Nägel ohne Reagentien 158. — mit Alkalien und Schwefelsäure 158.
Nagelpilze 331.
Nahepunkt 4.
Narbengewebe 170.
Nasenkatarrh 338.
Nasenschleimhaut 338.
Nathusius reduzirt vergoldete Präparate durch schwefelsaures Eisenoxydul 98. 158.
Natronlauge 80.
Natron, phosphorsaures 81.
Navicula affinis 41. 44. Anm.
Navicula Amicii 41. 44. Anm.
Navicula rhomboides Sporangialform 44.
Nebenhoden 327. — Flimmerzellen desselben 327.
Nebennieren 317. — Bau derselben 317. — Nerven-, Blut- und Lymphgefässe derselben 317. — Untersuchungsmethoden 318.
Negatives photographisches Bild 31.
Negatives (Huygens'sches) Okular 12.
Nelkenöl durch Rindfleisch empfohlen 84.
Nervenfasern, s. Nervensystem.
Nervenhaut des Auges, s. Retina.
Nervenkörperchen der Genitalien 333.
Nervensystem 197. — Elemente desselben 197. — Nervenfasern 197. 198. — Ganglien- oder Nervenzellen 198. — Bestandtheile der Nervenfaser: Axenzylinder 198. — Nervenmark 198. — Primitivscheide 199. — Passende Lokalitäten zur Untersuchung 199. — Homogene Nervenfasern 199. — Gerinnung des Nervenmarks 199. — Natur desselben 199. — Reagentieneinwirkung 199. — Axenzylinder 199. — Chemische Hülfsmittel zu seiner Darstellung 199. — Salpetersäure und chlorsaures Kali 199 nach Budge und Uechtritz. — Kollodium nach Pflüger 199. — Chloroform nach Waldeyer 199. — Anilinroth 199. — Essigsäuregemische 200. — Metallimprägnationen 200. — Querschnitte erhärteter Nerven 200. — Konzentrische Kreise nach Lister und Turner 200. — Zusammensetzung des Axenzylinder aus feinsten Fäden, Axen- oder Primitivfibrillen 200. — Marklose Nervenfasern des Olfaktorius 201. — Remak'sche Fasern 201. — Embryonale Nervenfasern 201. — Untersuchungsmethoden der marklosen Röhren 201. — Verhalten der Nervenfasern im polarisirten Lichte nach Valentin 201. — Ganglienzellen 201. — Beschaffenheit 202. — Fortsätze 202. — Apolare Zellen 202. — Methoden 202. — Faserursprünge 202. — Passende Objekte 202. — Methoden der Darstellung 202. 203. — Ganglienzellen nach Beale und Arnold (203). 204. — Gangliennetze: Darmganglien in der Submukosa der Verdauungs-Organe, von Meissner entdeckt 204. — Methoden der Darstellung 204. — Holzessig 204. — Auerbach's Plexus myentericus 204. — Methode (205). 206. — Zentralorgane des Nervensystems, Gehirn u. Rückenmark 206. — Untersuchung im frischen Zustande 206. — Nervenfasern 206. — Multipolare Ganglienzellen 206. — Mazerationsmethoden 206. — nach Deiters 207. — Multipolare Ganglienzellen nach diesem Forscher 207. — Axenzylinderfortsatz und Protoplasmafortsätze 208. — Komplizirter Bau der Ganglienzelle nach Remak und Schultze 208. — Verfahrungsweisen von Gerlach und Frommann 209. — Erhärtungsmethoden 209. — mit Alkohol 209. — Chromsäure und chromsaurem Kali 209. — Genauere Vorschriften über Chromsäure 209. — Chromsaures Ammoniak 209. — Anfertigung von Schnitten 210 — Behandlung derselben für feuchte Präparate 210. 211. — für trockene 210. — Clarke'sche Methode 211. Anm. — Deane'sche 211. Anm. — Schwierigkeit der Untersuchung von Gehirn und Rückenmark 212. — Vorschriften zur Injektion der Blutgefässe in den Zentralorganen 212. — Perivaskuläre Räume von His 212. — Bindegewebige Gerüstesubstanz 212. — Bidder's Untersuchungen darüber 212. — Vorkommen in der grauen und weissen Masse von Rückenmark und Gehirn 212. — Amyloidkörperchen 213. — Myelin 213. — Cholestearin 214. — Erscheinungsform desselben 214. — Nervenendigungen 214. — motorischer Nerven in quergestreiften Muskeln 214. — Passende Objekte 214. — Neue Untersuchungen von Kühne, Margó, Kölliker, Rouget, Krause, Engelmann 215. — Methoden dazu 215. 216. — Sehr verdünnte Essigsäure nach Kölliker, Engelmann und Frey 216. — verdünnte nach Krause 216. — sehr verdünnte Salzsäure 217. — Isolirung des Muskelfadens mit dem Nerven 217. — in den glatten Muskeln 217. — in der Hornhaut 217. — Endigung im Epithel 217. — Methoden 218. — Vorschriften von Müller und Sämisch 218. — Hautnerven der Froschlarve 218. — Zahnpulpa 219. — Endkolben von Krause 219. — Methode 219. — Tastkörperchen 219. — Methoden 220. — Gerlach'sche 220. — Pacini'sche oder Vater'sche Körperchen (220). 221. — Methode 221. — Entstehung der Nervenfasern 221. — Hüllengebilde 221. — Hirnanhang und Hirnsand 222. — Pathologische Verhältnisse 222. — Methoden 222. — Vorschrift von Billroth 222.
Nervenzellen, s. Nervensystem.
Nervus acusticus 361. — cochlearis 362. — olfactorius 340. — opticus 353. 356.
Netzhaut, s. Retina.
Neubildung von Bindegewebe 170. 171.
Neubildungen, einzelne s. bei den Geweben und Organen.

Neumann's Behandlung des Glaskörpers 162. — der Knochen und Zähne 176. — über kariöse Zähne 179. — Beobachtungen über die Entstehung farbiger Blutkörperchen aus den Lymphoidzellen des Knochenmarks 184.
Nicol'sche Prismen (33). 34.
Niere (Harnwerkzeuge) 299.
Nitzschia sigmoidea als Testobjekt (40). 43.
Nobert'sche Mikroskope 50. — Probeplatte 23. — als Testobjekt 44. 45. — benutzt von Schultze 45.
Normalalkalilösung 85.
Normalkalilösung 86.
Normalkochsalzlösung 86.
Normaloxalsäurelösung 85.
Normalsäurelösung 86.
Normalschwefelsäurelösung 86.

O.

Oberhäuser, ältere Mikroskope von, 10. — Camera lucida 27. — Hufeisenmikroskop 20. 21. — Pappschirm mit Blendungen für gefärbte Gläser 53.
Objektglasmikrometer 23.
Objektive des ältesten zusammengesetzten Mikroskops 8. — des neuen 10.
Objektivsystem des modernen zusammengesetzten Mikroskops 10.
Objekttisch, s. Tisch.
Objekttisch, erwärmbarer des Mikroskops von Schultze 62. 63. — Mängel nach Engelmann 63.
Objektträger 64. — Form desselben 64. — Form für Sammlungen 135. — mit Schutzleisten 136.
Oculaire holostère 13.
Odontoblasten 176.
Oeffnungswinkel der Linse 7. — des Linsensystems 12. — Bedeutung und Grösse desselben 37. — nutzbarer Theil desselben 38. — der Hartnack'schen Systeme 39. 49. — anderer ausgezeichneter Linsensysteme der Gegenwart 38. 39.
Ohrschmalzdrüsen 360.
Oidium albicans (Soorpilz) in der Mundhöhle 252. — im Magen 257.
Okular des ältesten zusammengesetzten Mikroskops 6. — des verbesserten Instrumentes 10. — Bezeichnung der Okulare nach ihrer Stärke 12. — Kürzerwerden des Okulars mit steigender Vergrösserungskraft 12. — Gewöhnliches (negatives) Okular von Huygens 12. — positives von Ramsden 12. — orthoskopisches von Kellner 13. 55. — holosterisches 13. — aplanatisches 13. — unterkorrigirtes 13. — Stellung der Linse und des Kollektivglases in dem Okular 13. — Anwendung schwächerer Okulare 55. — Grenze der Anwendung starker Okulare 55. — Unbrauchbarkeit ganz starker 55. — bildumdrehendes Okular von Hartnack 59. — spektroskopisches von Browning, Zeiss und Merz 364. (Nachträge.
Okular-Glasmikrometer 24. — Wirkung desselben 24. — Bestimmung seiner Theilungen 24. — Abhängigkeit derselben von dem Linsensystem 24.
Okular-Schraubenmikrometer 23. — verbessert durch Mohl 23.
Oele, ätherische 84.
Olfaktorius, blasse Fasern desselben 340.
Ollier's Versuche mit der Beinhaut 184.
Orthoskopisches Okular, s. Okular.
Osmiamid 97.
Osmiumsäure (Ueberosmiumsäure) 78. 96. — Essigsaures Kali zum Einschluss 126. — ihre Benützung zur Erforschung der Retina und Vorschriften dazu durch Schultze 354.
Ossifikation des Knorpels, s. Knorpelverknöcherung.
Ossifikationsprozess, s. Knochen.
Ossifikationspunkte des Knochens 180.
Osteoblasten 182.
Osteogenes Gewebe 183.
Osteogenese 180.
Osteoides Gewebe 183.
Osteomalacie 186.
Osteophyten 186.
Osteoporose 186.
Osteosarkom 186
Ostoklasten von Kölliker 186.
Otolithen 361.
Ovarium, s. Eierstock.
Ovulum, s. Ei.
Owsjannikow verwendet Osmiamid 97.
Oxalsäure in wässeriger Lösung 77. — in weingeistiger 77. — Lösungsmittel für Berliner Blau 105. — Bestandtheil der Thiersch'schen Tinkturen 90. 92. — Wirkung auf die Regio olfactoria 342. — die Retina 354.
Oxalsaurer Kalk, s. Kalk, oxalsaurer.
Oxyuris vermicularis, Eier derselben im Kothe 271.

P.

Pacini's Konservirungsflüssigkeiten 127.
Pacini'sche Körperchen (220). 221.
Palladium, s. Chlorpalladium.
Pankreas 272.
Papierstreifen 129.
Papilio Janira, Schuppen desselben als Test-Objekt 40. — Auflösung derselben durch Hartnack's und andere Mikroskope 41.
Papilla foliata 337.
Pappschirm mit Blendungen für gefärbte Gläser 53.
Paraffin 67.
Parasiten, pflanzliche in der Mundhöhle 251. — dem Magen 257. — dem Kothe 269. — dem Harn 315. — der Haut 334.
Parasiten, thierische im Kothe 269. — im Vaginalschleim 324. — Eier im Kothe 270. 271. — P. der Haut 335. 336.
Parme soluble 93.
Paukenhöhle 360.
Paulsen, s. Reichert.
Penetrationsvermögen des Mikro-

skops 37. — Wesen und Prüfung desselben 37. 38.
Pepsinkörnchen 253.
Perikardium 293.
Periost, s. Knochen.
Peritoneum 293.
Perlgeschwülste 158.
Peyer'sche Drüsen, s. Verdauungswerkzeuge 264.
Pflasterepithelium, s. Epithelium.
Pflüger's Empfehlung des Kollodium für den Axenzylinder 84. 199. — Untersuchung der Speicheldrüsen 250. — der Lebernerven 277. — des Eierstocks 321.
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, s. Ammoniak-Magnesia, phosphorsaure.
Phosphorsaures Natron, s. Natron, phosphorsaures.
Photogenlampe 30.
Photographie, mikroskopische 28. — Schilderung derselben durch Gerlach 28. — durch Beale 28. — durch Moitessier 28. — in ihrer Verwendung 29. 30. — von Gerlach zur Steigerung der Vergrösserung benutzt 31.
Photographirmikroskop (28). 29. — Einrichtung desselben nach Gerlach 29. — durch Moitessier 29. 30. — — Handhabung des Instrumentes 29. — Aufnahme mit demselben 29. 30.
Pigmentirte Epithelien (polyedrische Pigmentzellen), s. Epithelium. — der Uvea 349.
Pigmentirungen, abnorme, s. die einzelnen Organe.
Pigmentzellen, polyedrische, s. Epithelium. — sternförmige 349. 350.
Pikrinsäure, als Tinktionsmittel empfohlen von Schwarz 79. — zur Erhärtung der Gewebe von Ranvier 79.
Pikrokarmin 91.
Pinselmethode, von His 68. — Anleitung dazu 68. — Angaben Billroth's darüber 68.
Pinzetten 65.
Pipette 68. — zum Titriren (85). 86.
Pityriasis versicolor 334.
Plaques, Peyer'sche 264.
Plattenepithelium, s. Epithelium.
Pleura 293.
Pleurosigma angulatum als Testobjekt 41. — Auflösung durch das Hartnack'sche Mikroskop 42.
Plexus myentericus von Auerbach (204). 205.
Plössl's Mikroskope, ältere 10. — neuere Instrumente 50.
Polarisationsmikroskop 33. 34.
Polarisator 33. 34. — Stellung desselben 33.
Polirenvon Knochen- u. Zahnschliffen 177.
Porrigo decalvans 334. — favosa 334.
Positives Okular, von Ramsden 12.
Powell und Lealand, Immersionssystem derselben, geprüft von Harting 39. — Mikroskope 51.
Präparate der mikroskopischen Sammlung, Herstellung derselben 121. — Sammlung 121. — Aufbewahrung in schwachem Weingeiste 121. — trockne Präparate 121. — Präparate von Bourgogne 122. — des mikroskopischen Instituts zu Wabern 122. — trockene in Kanadabalsam 122. — mit Erwärmung 122. — ohne Erwärmung 123. — mit durch Aether oder Chloroform gelöstem Kanadabalsam 123. — vorheriges Entwässern der Theile 124. — Einlegen in Terpentinöl 124. — aus dem Terpentinöl in Kanadabalsam 124. — Andere Einschlussmittel: Damarharz in Terpentin 124. — Mastix in Chloroform 125. — Kolophonium 125. — Sandarak in Alkohol 125. — feuchte Präparate 125. — mit Glycerin 125. — gewässertem 125. — angesäuertem 126. — Glycerin und Gélatine 126. — Tanninglycerin 126. — Glycerin und Ameisensäure 126. — Glycerin und Karbolsäure 126. — Gummi, Glycerin und arseniger Säure 126. — essigsaurem Kali 126. — Goadby'scher Flüssigkeit 127. — Pacini'schen Flüssigkeiten 127. — Gemischen des Berliner pathologischen Instituts 127. — Sublimat 126. — Chromsäure und chromsaurem Kali 126. — Chlorcalium 126. — kohlensaurem Kali 126. — Kreosot 126. — arseniger Säure 126. — Methylalkohol 126. — Methylalkohol und Kreosot 126. — Topping's Flüssigkeit 126. — Deane's Flüssigkeit 126.
Präparate, mikroskopische 54. 64. — Vorschriften zur Herstellung: Bedecken und Befeuchten derselben 64. 65. — Einschluss mit unmittelbarem Auflegen des Deckgläschens 129. — Papierstreifen oder Silberdraht zwischen Objektträger und Deckglas 129. — mit einer sogenannten Zelle 130. — von Guttapercha 130. — von Kautschuk oder Glas 130. 131. — Staniol 132. — von Kitt 132. — Grösse und Form der Objektträger 135. — Objektträger mit Schutzleisten 136. — Ordnen und Aufbewahren 136. — Anbringen eines Indikator 136. — Etikettiren 121. 136. — Ueberziehen 136. — Kasten für die Präparatensammlung 136. — käufliche Präparate 136. — Präparatensammlung 136. — Präparatensammlungen der Gegenwart 136.
Präparatenverkittung 132. — Befestigung der Zellen mit Seeleim 131. — Verfahren dabei 131. — mit Guttaperchakitt 132. — mit Kautschuk in Chloroform gelöst 132. — Kittrahmen 132. — Auflegen des Deckgläschens 132. — der Drehtisch 133. — Verkitten mit Asphaltlack 133. — Bourgogne'schem A. 133. — Gold size 133. — Ziegler'schem weissen Kitt 134. — Stieda'schem Kitt 134. — schwarzem Maskenlack 134. — der Kanadabalsampräparate mit Schellackfirniss 134.
Präparation mikroskopischer Objekte (59). 65. — Vermeidung allzu grosser Stücke 54. 65.

Präparationsinstrumente für mikroskopische Untersuchungen 65. — Einfachheit derselben 65.
Präparirmikroskop, neues von Zeiss 65. 66.
Preis-Differenzen kontinentaler und englischer Mikroskope 48.
Preis-Verzeichnisse mikroskopischer Firmen, s. den Anhang.
Primitivfibrillen des Axenzylinder in der Nervenfaser 200.
Prismen beim Zeichnen 26. — beim bin- und multokulären Mikroskop 31. 32. 33.
Probealkali 85.
Probeobjekte, s. Testobjekte.
Probeplatte von Nobert 23. — als Testobjekt 45. 46.
Probesäure 85.
Processus vermiformis 267. — Leichtigkeit der Lymphinjektion beim Kaninchen 118. 267.
Prostata 329.
Prostatasteine 329.
Protaplasma 60. — Veränderungen desselben 61.
Protoplasmafortsätze der zentralen Ganglienzellen (207). 208. — derjenigen der Retina 358.
Prüfung des Mikroskops 35. — seiner Vergrösserungen 35. — der Korrektion von sphärischer und chromatischer Abweichung 36. — des ebenen Sehfeldes 36. — neuester Immersionssysteme durch Harting 39.
Psorospermien des Kaninchens 258.
Pulpa der Milz, s. Milz.
Pulpa der Zähne, s. Zahn.
Purkinje untersucht mit Valentin die Flimmerbewegung 156.
Pyramidenfortsätze in der Niere 302.
Pyrogallussäure (93) 94.
Pyrosis, Erbrechen dabei 256

Q.

Queckett's Injektionen 101. — empfiehlt verdünnten Methylalkohol als konservirende Flüssigkeit 128. — Bestimmung der zum Aufkitten passendsten Sorte von Seeleim 131.
Quecksilberchlorid 82. 128. — mit Alaun und Kochsalz 127.
Quecksilbersäule für Injektion 112. 113.
Querschnitter von Hensen 67.
Quetschhahn (86) 113.

R.

Rachenschleimhaut 247.
Rachitis, Knochen bei 184.
Radialfasern der Retina 355.
Ramsden's Okular 12.
Randstrahlen, Brechung derselben durch eine Linse 8.
Ranvier empfiehlt Pikrinsäure 79. — Pikrokarmin 94. — Glycerin mit Ameisensäure 126. — Studien über Bindegewebezellen 105. — Methode zur Untersuchung der Sehnen 168.
Rasirmesser 66. — englische 66. — Klinge derselben 66. — Abziehen und Schärfen 66.
Reagentien, chemische 72. — ihre Anwendung 72. — ihre Zufügung zum mikroskopischen Präparate 72. — ihre längere Einwirkung 72. — ihre genaue Stärkebestimmung 73. — einzelne derselben 73 etc.
Recklinghausen, von, empfiehlt salpetersaures Silberoxyd (82.) 95. — Silberimprägnation 95. — erfindet die feuchte Kammer 61. — untersucht die amöboiden Zellenbewegungen 118. — entdeckt die Entstehung rother Blutkörperchen aus Lymphoidzellen beim Frosch 139.
Reduktionstabelle des Millimeter und der Pariser Linie 25.
Regio olfactoria 338.
Reichert's Bindegewebetheorie 166. R. u. Paulsen's Anwendung der 20prozentigen Salpetersäure für das Studium der glatten Muskulatur 74. 188.
Reinicke empfiehlt Frustulia saxonica als Probeobjekt 41. — giebt Vorschriften zum Anfertigen von Knochenschliffen 177.
Reinigen der Gläser des Mikroskops 56.
Reissner über den Schneckenkanal 362.
Relief-Verhältnisse mikroskopischer Körper, s. mikroskopische Bilder.
Remak entdeckt die blassen Fasern des Sympathikus 201. — stellt das Horn- und Darmdrüsenblatt auf 248. — untersucht die Bildung der Leber 275.
Resolvirende Kraft des Mikroskops 37. — in ihrem Verhalten zum Oeffnungswinkel 37. 38.
Retina (Schwerkzeug) 353.
Richardson, blaue Injektionsmasse 109. — R. über Lymphoidzellen 147.
Riddell's binokuläres stereoskopisches Mikroskop 33.
Riechzellen 339. — Stäbchen, nackt oder mit Haaren 339. — Verbindung mit Axenzylindern des Olfaktorius 340. — Vorschriften von Schultze zu ihrer Untersuchung 340. 341.
Riffzellen von Schultze 156.
Rindenpyramiden der Niere 302.
Rindfleisch verwendet Nelkenöl 84.
Rippenknorpel, s. Knorpel.
Rippmann verwendet starke Salzsäure für die Theilung der Zungenmuskeln 249
Robin's Leptothrix buccalis 251.
Rodig's Diatomeentestplatte 41. Anm. — Präparate 136.
Röhre des Mikroskops 16.
Rollett empfiehlt Kalk- und Barytwasser für das Bindegewebe 80. — über Blutkrystalle (141). 142 — löst das Bindegewebe des Muskels durch gelindes Erwärmen in zugeschmolzenen Glasröhrchen 191. — Demonstration der Bindegewebefibrillen und ihrer doppelten Anordnung 166. — über Labdrüsen 253. — über die Hornhaut 346.

Ross, A., vergrössert den Oeffnungswinkel der Linsensysteme 38. — Mikroskope 51. — binokuläres stereoskopisches Mikroskop 33.
Rouget über die Endigung der Nerven in den willkührlichen Muskeln 215.
Rückenmark, s. Nervensystem 206.
Ruysch'sche Injektionen 101.

S.

Säge für feine Schnitte harter Gewebe 67.
Sämisch untersucht mit Müller die Hornhautnerven 218.
Säuremazeration des Bindegewebes 167. — der Knochen und Zähne 175. 179. — der Muskeln 188. 191. — der Niere 302.
Sagómilz 288.
Salpetersäure, konzentrirte 74. — mit chlorsaurem Kali 74. 80. — von 20 Prozent nach Reichert und Paulsen 188. — verdünnte 74. — sehr verdünnte nach Kölliker 74.
Salpetersaures Silberoxyd, s. Silberoxyd, salpetersaures.
Salzsäure, konzentrirte 74. — starke 74. — verdünnte 74. — von 0,1 Proz. 74. — Anwendung der starken Salzsäure bei den Harnkanälchen nach Henle und Anderen 74. — in hochgradiger Verdünnung 75.
Samen 329.
Samenblasen 328.
Samenfäden 329.
Samenflecken, Untersuchung derselben 330.
Samenkanälchen des Hodens 327.
Sammellinse macht kleine Körper sichtbar 5. — zeigt sie vergrössert 5. — für opake Gegenstände 17. — in den Objekttisch eingesetzt 18, — am Photographirmikroskop 29. — am Polarisator 34.
Sammelrohr der Harnkanälchen in der Niere 303.
Sammlung mikroskopischer Präparate, s. Präparate.
Sandarak-Harz in alkoholischer Lösung 125.
Sarcina ventriculi im Mageninhalte [256]. 257. — im Harn 312.
Sarcoptes hominis 335. — Untersuchungsmethode 336.
Sarcous elements (Fleischtheilchen), s. Muskel.
Sarkin oder Hypoxanthin in der Leber 280. [281]. — im Harn 316.
Sarkolemma, s. Muskel.
Sarkom 170. — adenoides der Milchdrüse 326.
Scala media 362.
Scanzoni untersucht mit Kölliker den Schleim der weiblichen Genitalien 324.
Schacht empfiehlt schwarzen Maskenlack 134.
Schaltstücke in der Nierenrinde 303.
Schatten mikroskopischer Zeichnungen 26.
Scheere 65.
Schellackfirniss zum Verschluss der Kanadabalsampräparate mit Anilinblau oder Gummigutt nach Thiersch 134.
Schiebervorrichtung an Linsensystemen mit Korrektionsapparat 14. 15.
Schiek's ältere Mikroskope 10. — neuere Instrumente 50.
Schilddrüse 296. — Verwandtschaft mit andern Organen 296. — Blut- und Lymphbahnen 296. — Bau 296. — Untersuchungsmethode 296. — Kolloidentartung und Kropf 296. 297.
Schimmelbildung im Harn 315.
Schlauchdrüsen, s. Drüsen.
Schleifstein, drehbarer 67.
Schleim 147. — Schleimkörperchen etc. 147.
Schleimdrüsen des Mundes und Rachens 248. — der Nase 338. — des Dünndarms, s. Brunner'sche D. — Submaxillaris als Schleimdrüse 250.
Schleimhaut der Verdauungsorgane 247. 252. 259. — der Athemwerkzeuge 288. — der Blase 311. — der Nase 338.
Schleimkörperchen 147. — Herkunft 147. — Verunreinigungen 147. — Aufbewahrung 147. — Schleimkörperchen der Mundhöhle (Speichelkörperchen) 252. — in erbrochenen Massen 256. — im Dünndarm 256. — in den Entleerungen bei Pyrosis und bei Cholera 256. 269. — im Auswurf 294. — im Kothe 269. — im Harn 311. — im Scheidenschleim 324. — im Nasenschleim 338.
Schlemm'scher Kanal 347.
Schlitten am Tisch des Hufeisenmikroskops 20.
Schmelz, s. Zahn.
Schmelzorgan, s. Gallertgewebe.
Schmidt, C., Goniometer 25.
Schnecke 362.
Schneckenkanal 362.
Schneckennerv 363.
Schnitte durch harte Gegenstände, Verfahren dazu 67. 177. — durch sehr kleine Objekte 67.
Schollen, blutkörperchenhaltige der Milz 285.
Schoenn über die Fleischtheilchen des Muskels 194.
Schraube zur Bewegung des Mikroskops 16. — feine (Mikrometer-) Schraube 17.
Schraubenmikrometer 23. — Eintheilung des Schiek'- und Plössl'schen 23. — im Okular 23.
Schröder's Mikroskope 50.
Schrön's Untersuchungen über den Eierstock 321.
Schultze erfindet als indifferente Flüssigkeit das Iodserum 71. — stellt den erwärmbaren Objekttisch her 62. 63. — vergleicht Linsensysteme bei zentrischer Beleuchtung an der neuesten Nobert'schen Platte 45. — über Stachel- und Riffzellen 156. — empfiehlt sehr verdünnte Lösungen der Chromsäure 76. — des doppelchromsauren Kali 81. — der Schwefel-

säure 73. — die Oxals[illegible] laugen von 28—4[illegible] [illegible]aure 77. — Kalimiumsäure (78[illegible] [illegible]% 79. — die Osessigsaurem[illegible] 96. — die Lösung des über P[illegible] Kali zum Einschlusse 126. — 200[illegible] [illegible]rimitivfibrillen im Axenzylinder [illegible] — über den komplizirten Bau der Ganglienzelle 208. — untersucht mit Key die Endigung der Geschmacksnerven in der Froschzunge 337. — über die Zunge des Säugethiers 336. — Forschungen über die Geruchsschleimhaut 338. — verfolgt die Endigung des Olfaktorius 340. — über die Retina 353. 359. — über Endigung des Gehörnerven 361.

Schulze, F. E., benützt Chlorpalladium (82). 98. — untersucht die »Becherzellen« des Epithelium 257.

Schulze'sches Reagens 80. (74).

Schuppen von Papilio Janira, s. Papilio Janira.

Schwalbe über Geschmacksknospen 336. — über die Lymphwege des Auges 344.

Schwann lehrt in der Zelle das Elementargebilde des thierischen Körpers kennen 1.

Schwarz erfindet die Doppeltinktion mit Pikrinsäure und Karmin 91.

Schwefelsäure konzentrirte 73. — mit Iod 79. — verdünnte 73. — sehr verdünnte nach Kühne 73. — Wirkung auf das Haargewebe 159. — die Nägel 158. — die Krystalllinse 352.

Schwefelsaurer Baryt, s. Baryt, schwefelsaurer.

Schwefelsaures Eisenoxyd, s. Eisenoxyd, schwefelsaures.

Schwefelsaures Eisenoxydul, s. Eisenoxydul, schwefelsaures.

Schweigger-Seidel's Empfehlung von Glycerin und Wasser 72. — saure Karmintinktur 91. — über Spermatozoen 329. — Arbeit über die Niere 302.

Schweissdrüsen (240). 242. 331. — Entstehung 333. — in Eierstockskysten 322. 323.

Schwiele 158.

Seeleim 131.

Sehfeld, Ebenung desselben und Korrektion d. Bildes durch das Kollektivglas 10.

Sehweite, mittlere 4.

Sehnen, Methode zur Untersuchung von Ranvier 168. — Verhalten z. Muskel 192.

Sehwerkzeug 342. — Augenlider 342. — Meibom'sche Drüsen und Thränendrüse 342. — Bindehaut des Auges 343. — Knaueldrüsen 343. — Endkolben 343. — Blut- und Lymphbahnen mit Trachomdrüsen 343. — Augapfel 344. — Injektions- und Untersuchungsmethoden 344. — Hornhaut 345. — Untersuchungsmethoden 346. 347. — Pathologische Veränderungen der Hornhaut 348. — Entstehung u. Einwanderung von Eiterkörperchen 348. — Sklerotika 349. — Uvea 349 — Pigmentepithel 349. — Chorioidea mit ihren Lagen 349. 350. — Choriocapillaris 350. — Umänderungen ihrer elastischen Lamelle im Alter 350. — Ziliarmuskel 350. — Ziliarkörper 350. — Iris 350. — Glaskörper 351. — Linse 351. — ihre Umänderungen 352. — Entstehungsverhältnisse 352. — Membrana hyaloidea 352. — Zonula Zinnii 353. — Retina 353. — ihr Bau 353. — Verschiedene Lagen 353. — Bindegewebige Gerüstesubstanz 354. — Untersuchungsmethode derselben 355. — Zapfen und Stäbe 355. — Zwischenkörnerschicht 356. — Membrana limitans 356. — Körnerschichten 356. — Lage der Ganglienzellen 356. — Nervenfasern 356. — Muthmaassliche Anordnung der Elemente 356. — Neueste Entdeckungen in Betreff der Stäbchen und Zapfen 358. — Gefässe 359. — Pathologische Verhältnisse 359. — Fötale Augen 359.

Sehwinkel bedingt die scheinbare Grösse eines Gegenstandes 3.

Selligue, s. Chevalier.

Serresfines, Klemmen bei der Injekt. 116.

Sharpey'sche Fasern der Knochen 176.

Silberdraht zur Unterstützung der Deckgläschen 129.

Silberimprägnation 95. — Vorschriften von Recklinghausen 95. 96. — Einwirkungszeit 96. — mit darauf folgender Kochsalzwirkung 96. — Vorschrift von His 96. — von Legros 95. — Thiersch's Methode 96.

Silbermosaik in Blut- und Lymphgefässen etc. 153. 223. 234.

Silberoxyd, salpetersaures 82. 95.

Sinneswerkzeuge 330.

Sklera 349.

Smith und Beck, Mikroskope (21). 22. 51.

Soemmerring's Injektionen 101.

Solitäre Drüsen 254. 264.

Soorpilz (Oidium albicans) in der Mundhöhle 241. — im Magen 257.

Speckleber 281.

Speichel 252.

Speicheldrüsen 250.

Speichelkörperchen 252. — der Tonsillen 249. — ihre Körnchenbewegung 252.

Speisereste im Speichel 252. — in erbrochenen Massen 256. — im Dünndarm 268. — im Kothe 268.

Sphärische Aberration der Linse (7). 8.

Spiegel des einfachen Mikroskops. 6. — des zusammengetzten mit planer Fläche 17. 52. 53. — mit konkaver 17. 53.

Sputum (Auswurf) 293. 294.

Staarnadel 65.

Stäbchen der Retina 355.

Stachel- (Riff-) Zellen von Schultze 156.

Stärkemehl, Reaktionen (73) 79.

Stärkemehlkörner im Speichel 252. — in erbrochenen Massen 256. — im Dünndarm 268. — im Kothe 268.

Stahlnadeln 65.

Stanniolzellen 132.

Steigerung der Vergrösserung auf photographischem Wege 31.

Stein über mikroskopische Photographie 30.

Stereoskopisches Mikroskop, s. Mikroskop, stereoskopisches.

Stieda empfiehlt Kreosot zur Aufhellung der Präparate 85. — Vorschrift zur Herstellung eines Präparatenkittes 134.
Strelzoff's Doppeltinktion 94.
Sublimat, s. Quecksilberchlorid.
Sublingualis, s. Speicheldrüsen.
Submaxillaris, s. Speicheldrüsen.
Surirella gemma als Testobjekt 41. 43. — Querlinien derselben in hexagonale Feldchen durch Hartnack aufgelöst 43.
Sympathikus, Fasern desselben 201. — Ganglien des S. 204—206.
Syphiliskörperchen von Lostorfer 150.

T.

Taenia mediocanellata, Eier im Kothe 271. — solium, Eier im Kothe 271.
Taenienhaken im Kothe 271.
Talgdrüsen der Haut 331. 332. — Entstehung beim Fötus 332. — ihre Zellen 245. — Talgdrüsenneubildung in Eierstockskysten 322. 323.
Tastkörperchen 219.
Taurin im Kothe 269.
Teichmann empfiehlt Chlorsilber zur Injektion 105. — bedient sich der Einstichsmethode für lymphatische Injektionen 116. — lehrt sogenannte Häminkrystalle darstellen 143. — über Blutkrystalle 141.
Teleangiektasien 333.
Terpentinöl, aufhellende Eigenschaften 69. — Brechungsexponent 69. — Lösungsmittel für Kanadabalsam 84. — Uebertragen der Präparate aus dem Alkohol in das Terpentinöl 124. — aus dem Terpentinöl in Kanadabalsam 124.
Testobjekte (39). 40. — Ihr Werth 40. — Aufzählung der wichtigsten 40. 41.
Theorie des Mikroskops 3.
Thiersch'sche Injektionen 101. — Verschiedene Injektionsmassen, rothe 107. — blaue 105. — gelbe und grüne 108. — Tinktionsmethoden 90. — mit Karmin und Oxalsäure 90. — und Borax 90. — mit Indigkarmin 92. — Versilberungsmethode von Alkoholpräparaten 96. — Einschluss für Kanadalbasampräparate 134.
Thymusdrüse 297. — Bau 297. — Kanalwerk 297. — Gefässanordnung 297. — Konzentrische Körperchen der Thymus (158). 298. — Untersuchungsmethoden 298. — Lymphatische Gesänge nicht zu injiziren 298.
Thyrioidea, s. Schilddrüse.
Tinktionen 88.
Tinktionsmethoden 88. — mit rothen Farbestoffen 88. — mit blauen 92. — mit Karmin, erfunden von Gerlach 88. — Vorschrift zur Karmintinktion 89. — bei injizirten Geweben 89. — mit Karmin von Thiersch 90. — mit Glycerinkarmin nach Frey 89. — nach Beale 90. — Modifikation von Heidenhain 91. — Saure Karmintinktion nach Schweigger-Seidel 91. — mit Pikrokarmin nach Ranvier und Flemming 91. — mit Anilinroth nach Frey 91. — mit blauen Farbestoffen 92. — mit Indigkarmin 92. — mit Anilinblau nach Frey 92. — Modifikation von Heidenhain 93. — mit Parme soluble 93. — mit Violett, Hämatoxylin 93. — bläuliche mit molybdänsaurem Ammoniak nach Krause 93. — Doppeltinktion mit Pikrinsäure und Karmin durch Schwarz 94. — mit Hämatoxylin und Karmin nach Strelzoff 94. — mit Blauholzlösung und Pikrinsäure 94. — komplizirte Tinktion von Gerlach 95.
Tisch des einfachen Mikroskops 6. — des zusammengesetzten 16. — drehbarer des Hufeisenstativs 20.
Tisch, erwärmbarer des Mikroskops 62. 63.
Titrirapparat 85.
Titrirbeispiele 86.
Titrirmethode 85.
Tochterzellen d. Knorpels, s. Knorpel.
Toldt's Empfehlung des Benzin 85. — Selbstinjektion der Lymphdrüsen 237.
Tomsa, s. Ludwig — über die Milz 286.
Tonsillen 249.
Topping's Flüssigkeit 129.
Trachomdrüsen der Konjunktiva 343. — ihre Lymphbahnen 343. — Injektionsverfahren 344.
Transparentseife als Einbettungsmittel nach Flemming 67.
Trichina spiralis im Muskel 196. 197. Untersuchung trichinisirter Muskeln 197. — T. im Kothe 271.
Trichinen-Mikroskop 197. Anm.
Trichocephalus dispar, Eier im Kothe 271.
Trichomonas vaginalis 324.
Trichophyton tonsurans 334.
Trocknungsverfahren 99.
Trommelfell 360.
Tuberkel 170.
Tyrosin in der Leber 280. — im Harn 316.

U.

Ueberkorrigirte Linsensysteme in Verbindung mit unterkorrigirten Okularen 13.
Ueberosmiumsäure, s. Osmiumsäure.
Ueberziehen mikroskopischer Präparate 121.
Uhrgläschen 64.
Umdrehung des mikroskopischen Bildes 7.
Unvollkommenheit des alten zusammengesetzten Mikroskops 7.
Ureter 311.
Urethra 311.
Urin, s. Harn.
Uterindrüsen 323.
Uterinkrebs 321.
Uterinpolypen 323.
Uterus s. Geschlechtswerkzeuge 323.
Uterusfibroide 323.
Uvea 349.

V.

Vagina 324.
Vaginalschleim 324.
Valentin's Doppelmesser, 66. — ältere Form und verbesserte der Engländer 66. — Untersuchung der Flimmerbewegung mit Purkinje 156. — prüft das Verhalten der Muskeln im polarisirten Lichte 196. — der Nerven 201.
Vas deferens 327.
Vater'sche Körperchen, s. Pacini'sche.
Venen, s. Blutgefässe.
Verbesserungen des Mikroskops, s. Mikroskopverbesserungen.
Verdauungswerkzeuge 247. — Untersuchungsobjekte 247. — Lippen mit ihren Drüsen 247. — Mund- und Rachenschleimhaut 247. — Papillen 248. — Drüsen 248. — Nerven 248. — Zunge 248. — Theilungen der Zungenmuskelfäden und Untersuchungsmethoden 248. — Blut und Lymphbahnen 249. — Tonsillen und Zungenbalgdrüsen 249. — Speichelkörperchen, zum Theile von den Tonsillen abstammend 249. — Speicheldrüsen 250. — Methoden von Pflüger, Heidenhain, Krause und Ranvier 250. — Submaxillaris im ruhenden und gereizten Zustande 251. — Zustände der Mundhöhle 251. — Fadenpilz, Leptothrix buccalis 251. — Soorpilz, Oidium albicans 252. — Speichel 252. — Bestandtheile desselben 252. — Speichelkörperchen 252. — Körnchenbewegung im Innern derselben 252. — Speiseröhre 252. — Magen 252. — Untersuchungsmethoden 252. — Labdrüsen 253. — ihre doppelte Zellenform 253. — im aktiven und ruhenden Zustande 254. — Ueberzug der Magenoberfläche 254. — Magenschleimdrüsen 254. — Schleimhautgewebe 254. — linsenförm. Drüschen 254. — Schleimhautmuskulatur 254. — Nerven 255. — Lovén entdeckt die Lymphwege der Mukosa 255. — Pathologische Veränderungen der Magenwände 255. — Mamellonirter Zustand 255. — Hypertrophie der Muskulatur 256. — Erbrochene Massen 256. — Bestandtheile 256. — Saure Massen bei Pyrosis 256. — Grüne Massen 256. — Reiswasserähnliche Massen bei Cholera 257. — Blutige Massen 257. — Hefenpilz, Cryptococcus cerevisiae 257. — Sarcina ventriculi 257. — Soorpilz 257. — Darmkanal 257. — Zylinderepithelium 257. — Becherzellen 257. — Wahrscheinliches Eindringen von Schleim- und Eiterkörperchen in jene Zellen 258. — Einwandern von Psorospermien 258. — Chylusfett, die Zylinderzellen passirend 258. — Untersuchungsmethoden des Darms 258. — Brunner'sche Drüsen 258. — Beschaffenheit des Schleimhautgewebes 259. — Untersuchungsverfahren 259. — Lieberkühn'sche Drüsen 259. 260. — Muskulatur der Schleimhaut 261. — Darmzotten 260. 261. — Untersuchungsmethoden 260. — Muskelhaut des Darms und submuköses Gewebe 261. — Injektion der Blutbahn 261. Natürliche 262. — Chylusbahnen 262. — Natürliche und künstliche Füllung der letzteren 261. 262. — Injektion der lymphatischen Bahnen des Dickdarms 262. — Lymphatische Gefässe und Gänge 263. — Lymphatische Follikel, solitäre und Peyer'sche Drüsen 264. — Vorkommen 264. — Untersuchungsmethode und Bau 264. — Theile des Peyer'schen Follikels 264. — Blutgefässe 266. — Lymphatische Bahnen 266. — Peyer'sche Follikel im wurförmigen Fortsatze 267. — Veränderungen der Darmschleimhaut 267. — der Peyer'schen Follikel in Krankheiten 267. — beim Abdominaltyphus 267. — Aufbewahrungsmethoden 267. — Darminhalt 268. — Chymus 268. — Inhaltsmassen des Dünndarms 268. — Koth 268. — Mekonium 269. — Kothmassen bei Krankheiten 269. — Dysenterische Stühle 269. — Cholerastühle 269. — Entleerte Massen beim Abdominaltyphus 269. — Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia und ihre Bedeutung im Kothe 269. — Krystalle von Taurin 269. — Thierische Parasiten 269. — Paramaecium coli 269. — Cercomonas intestinalis 269. — Eier von Helminthen 270. — Trichina spiralis 270. — — Untersuchungsmethode der Helmintheneier 270. — Eier von Trichocephalus dispar 271. — Ascaris lumbricoides 271. — Oxyuris vermicularis 271. — Distoma hepaticum 271. — D. lanceolatum 271. — Bothriocephalus latus 271. — Taenia solium 271. — T. mediocanellata 271. — Haken der Taenien 271.
Vergrösserung kleiner Objekte durch eine Sammellinse 5. — Angabe der Vergrösserung beim Zeichnen 26. — Bestimmung der Vergrösserung des Mikroskops 35. — Werth d. V. eines Mikroskops 46. 47. — der schwächeren und stärkeren 46. — gesteigert auf photographischem Wege 31.
Verkalkung, s. Knorpel.
Verknöcherung, s. Knochen.
Vibrionen, s. Bakterien. — Vibrionenbildung im alkalischen Harn 315.
Virchow's Entdeckung des Hämatoidin 144. — Vorschriften zur Isolirung der Knochenzellen 175. — zur Wiederbelebung der Flimmerbewegung 155.
Vix liefert Vorschriften zur Untersuchung der Helmintheneier im menschlichen Kothe 270.
Vorhofssäckchen der Fische 361.

W.

Wachs als Injektionsmasse 100.
Wachsleber 281.
Wagner, E., Arbeiten über die Leber

275. 278. — über Fettembolieen der Haargefässe 232.
Waldeyer's Studien über Karzinome 171. — Axenfibrillen der Nerven 200. — Untersuchung des Schneckenkanals 262. 263.
Warzen 333. — trockene 158.
Wasser, Anwendung 71. — Brechungsexponent 69. — stellt keine indifferente Zusatzflüssigkeit dar 71.
Wasserbad für Leiminjektionen 102.
Wasserfarben zum Koloriren mikroskopischer Bilder 26.
Weismann lehrt mit Hülfe der Kalilauge das Verhalten des Muskelfadens zum Sehnenende kennen 192.
Welcker's Vorschrift, um gewölbte und vertiefte Flächen zu unterscheiden 59. — W. lehrt, wie mikroskopische Bilder durch das Brechungsvermögen der Zusatzflüssigkeit sich ändern 69. 70
Wenham's Herstellung des binokulären stereoskopischen Mikroskops 33.
Wimperbewegung, s. Flimmerbewegung.
Wischer, Gebrauch bei mikroskopischen Zeichnungen 26.
Wittich, von, Methode zur Isolirung quergestreifter Muskeln 191.
Wurzelscheiden, s. Haare.
Wyss, von, über Zungennerven 336.

X.

Xanthin in der Leber 281. – im Harn 316.

Z.

Zahn 175. — Entkalken 176. — Entkalkter Schmelz 175. — Chemische Isolirung der Zahnröhrchen 176. — Zahnschliffe 177. — Methode zur Anfertigung 177. — — Einschluss 177. — kariöse Zähne 179. — Schmelz 179. — Schliffe 179. — Isolirung der Prismen 179. — Zahnpulpa 179. — Zahnbildung 179. — Beobachtung werdender Zähne 179.
Zahnentstehung beim Embryo 179. — in Eierstockskysten 322. 323.
Zahnfleischpapille 248.
Zapfen der Retina (355) 356. 359.
Zawarykin's Arbeit über die Niere 300.
Zeichnen mikroskopischer Objekte 25. — Werth desselben 26. — Vorschriften 26.
Zeichnenapparate 26. 27.
Zeiss'sche Mikroskope (19). 49. — neues Präparirmikroskop 65. 66.
Zelle als Formelement des Körpers, durch Schwann nachgewiesen 1. — Gestaltveränderungen der lebenden Z. 60. 61. 165. — Untersuchungsmethoden mit der feuchten Kammer und dem erwärmten Objekttisch 61—63. — Lokomotionen der Zellen 61. — der Eiterzellen durch Hohlgänge der Kornea 149. — Z., sogenannte mikroskopischer Sammlungspräparate 130.
Zement, s. Zahn.
Zenker schildert die Umwandlung des Muskels beim Typhus 196.
Zentralorgane des Nervensystems, s. Nervensystem.
Zentralstrahlen, Brechung derselben 8.
Zentrisches Licht zur Beleuchtung 17. — zur Untersuchung von Probeobjekten Nobert'schen Platte 45.
Zerzupfen 65.
Ziegler'scher Präparatenkitt 134.
Ziliarkörper 350.
Ziliarmuskel 350.
Zilien des Flimmerepithelium, s. dieses
Zinkweiss als Injektionsmasse gebraucht 104.
Zinnober als Injektionsmasse gebraucht 103.
Zona pellucida, s. Ei.
Zonula Zinnii 353.
Zoogloea (Cohn) 150.
Zoospermien, s. Samenfäden.
Zunge (s. Verdauungswerkzeuge) 248. — Muskulatur 248. — Theilung der Muskelfäden 248. — Verbindung mit Bindewebekörperchen 249. — Nerven der Zunge 249). 336. — ihre Endigungen von Schultze und Key beobachtet 337. — von Engelmann modifizirt 337.
Zungenbalgdrüsen 249.
Zusatzflüssigkeiten mikroskopischer Präparate 69. — indifferente 69. — eingreifende 69. — ihre optische Wirkung 69. — auf einzelne Formelemente 69. 70. — Wichtigkeit wirklich indifferenter 70. — — Anforderungen an solche 70. — ihre Erhaltung durch Kampher 70. — Krystalloidstoffe 70. — Kolloidsubstanzen 70. — Vereinigung beider 71. — Iodserum 71.
Zwischenkörnerschicht der Retina 356.
Zylinderblendungen 17. — Anwendung derselben 18.
Zylinderepithelium, s. Epithelium.
Zylindergläser für Reagentieneinwirkung 73.
Zylinderzellen der Regio olfactoria 339. 340.

PREISVERZEICHNISSE

MIKROSKOPISCHER FIRMEN.

No. 1.

Preisverzeichniss der achromatischen Mikroskope von Dr. **E. Hartnack & Co.**, Nachfolger von **G. Oberhäuser.** In Paris Place Dauphine 21, in Potsdam Waisenstrasse 39.
(1873.)

(Preise in Francs oder in Thalern.)

A. Preise der Mikroskope.

No. I. Kleines Mikroskop (d'hospice) mit einem Linsensystem No. 7 und einem Okular No. 3; Vergrösserung 300; mit 1 Dtzd. Objektträger, 1 Dtzd. Deckgläschen, Messingpinzette, Skalpell und Präparirnadeln . 75 Fr. 20 T. — S.

No. II. A. Mikroskop mit festem Objekttisch, Mikrometerschraube unter der Säule, Spiegel in freier Bewegung für schiefe Beleuchtung mit den Systemen 4 und 7 und den Okularen 2 und 3; Vergrösserungen 50, 65, 220 und 300; mit Beleuchtungslinse für opake Körper . . . . . 135 Fr. 36 T. — S.

Dasselbe Instrument unter Hinzufügung des Objektivs No. 8 und des Okulars No. 4; Vergrösserung 50—600 . . . . . 185 Fr. 49 T. 10 S.

Nr. III. Mikroskop, das Gestell im oberen Theile dem vorigen ähnlich, Hufeisenfuss, freibeweglichem Spiegel für schiefe Beleuchtung; optischer Apparat derselbe . . . . . 155 Fr. 41 T. 10 S.

Um Vergrösserungen bis 600 zu erhalten . . . . . 205 Fr. 54 T. 20 S.

No. III. A. Mikroskop, dem vorigen gleich, Säule aber mit einem Charnier, um in geneigter Lage des Instruments beobachten zu können; optischer Apparat wie vorher . . . . . 170 Fr. 45 T. 10 S.

Um Vergrösserungen bis 600 zu erhalten . . . . . 220 Fr. 58 T. 20 S.

No. VI. Dissektions-Mikroskop mit grosser Fokal-Distanz und Bildumdrehung; Vergrösserungen (ohne Linsen- und Okularwechsel) von 10—100; drehbarer Tisch mit Glasplatte . . . . . 250 Fr. 66 T. 20 S.

No. VII. Neues grosses Mikroskop, dessen optische und mechanische Konstruktion wesentlich von meinem älteren grossen Modell abweicht. Es besteht aus 5 Linsensystemen, 2, 4, 5, 7 und 9, letzteres mit Immersion und Korrektion, und 5 Okularen (wovon eins mit Mikrometer); Vergrösserung 25—1300; jedes System vergrössert annähernd doppelt so stark als das vorhergehende. Grobe Bewegung vermittelst Trieb, die feine Einstellung durch Mikrometerschraube. Grosse Beleuchtungslinse für opake Objekte; alle nothwendigen Hülfs-Apparate . . . . . 750 Fr. 200 T. — S.

Dasselbe Instrument mit Charnier zum Umlegen . . 800 Fr. 213 T. 10 S.

Anmerkung: Für das südwestliche Deutschland und die Schweiz sind Hartnack'sche und andere Instrumente (so von Nachet, Zeiss, Merz, Leitz, Schiek etc.) durch den Optiker Th. Ernst in Zürich zu beziehen. Sie sind immer vorräthig.

No. VII. A. Mikroskop, dem vorigen gleich, aber kleiner und mit weniger hoher Tischplatte; optische Einrichtung dieselbe . . . . . 650 Fr. 173 T. 10 S.
Dasselbe Instrument mit Charnier zum Umlegen . . 680 Fr. 181 T. 10 S.

No. VIII. Neues kleines Stativ, dessen Einrichtungen, mit Ausnahme der Rotation des Objekttisches, die gleichen Vortheile wie No. VII. darbieten, mit den Linsensystemen No. 4, 7, 8 und den Okularen 2, 3 und 4; Vergrösserungen 50—650 275 Fr. 73 T. 10 S.
Dasselbe Instrument mit den Systemen 4, 7 und 9, letzteres mit Immersion und Korrektion, 3 Okularen (unter denen eins mit dem Mikrometer versehen ist); Vergrösserungen 50—1000 . . . . . 390 Fr. 104 T. — S.
Dasselbe mit Charnier zum Umlegen . . . . . 405 Fr. 108 T. — S.

Bemerk. 1. Alle Mikroskope befinden sich in einem verschliessbaren Mahagonikasten.
2. Die Mikroskope I., III. und III. A. sind mit Linsensystemen älterer Konstruktion versehen, die übrigen haben die neuen Linsensysteme mit grossen Oeffnungswinkeln.
3. Der Polarisations-Apparat kann am vortheilhaftesten an den Mikroskopen Nr. VII., VII. A. und VIII. verwendet werden.
4. Sollte Jemand eine andere Serie von Linsensystemen und Okularen wünschen, als diejenige, welche bei den verschiedenen Mikroskopen angegeben ist, so findet er in diesem Preisverzeichniss alle Angaben zur Berechnung des Preises für jede beliebige Zusammenstellung.
5. Unser altes Preisverzeichniss enthält verschiedene Mikroskope, deren Konstruktion mit Rücksicht auf den Fortschritt der Wissenschaft unzureichend ist; sie finden sich deshalb nicht mehr in obigem Verzeichniss. Wir haben es indess für zweckmässig gehalten, die alten Nummern der Mikroskope beizubehalten, weil viele Personen, welche mit unseren Instrumenten arbeiten, daran gewöhnt sind, ihre Mikroskope nach den alten Nummern zu bezeichnen.

B. Preise einzelner Linsensysteme und anderer Nebenapparate.

Linsensysteme älterer Konstruktion.

Vergrösserungen mit den Okularen.

Systeme	Okular No. 1	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.	No. 6.	Preis.	
No. 1	12	15	25	—	—	—	20 Fr.	5 T. 10 S.
» 2	20	30	40	—	—	—	20 -	5 - 10 -
» 3	30	40	50	—	—	—	20 -	5 - 10 -
» 4	40	50	65	100	—	—	20 -	5 - 10 -
» 5	75	100	150	200	—	—	30 -	8 - — -
» 6	110	150	220	300	—	—	35 -	9 - 10 -
» 7	150	220	300	450	—	—	35 -	9 - 10 -
» 8	250	300	400	600	800	—	40 -	10 - 20 -
» 9	360	430	520	850	1000	—	60 -	16 - — -

Neue Linsensysteme mit grossem Oeffnungswinkel.

Systeme	Fokus der äquival. Linse.	Okular No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.	No. 6.	Preise.	
No. 1	2 Zoll	15	20	25	—	—	—	20 Fr.	5 T. 10 S.
» 2	4 -	25	30	45	—	—	—	20 -	5 - 10 -
» 3	3/4 -	50	60	80	120	—	—	30 -	8 - — -
» 4	1/2 -	60	70	90	140	—	—	30 -	8 - — -
» 5	1/4 -	100	125	160	240	—	—	35 -	9 - 10 -
» 6	1/4 -	150	180	240	350	—	—	40 -	10 - 20 -
» 7	1/6 -	200	240	300	450	600	750	40 -	10 - 20 -
» 8	1/9 -	250	300	400	600	800	1000	50 -	13 - 10 -
» 9	1/11 -	350	400	550	860	1100	1400	75 -	20 - — -

Neue Systeme mit Immersion und Korrektion.

9	1/12 Zoll	410	480	630	950	1300	1500	150 Fr.	40 T. — S.
10	1/16 -	520	600	750	1100	1500	1800	200 -	53 - 10 -
11	1/18 -	600	690	850	1250	1750	2500	250 -	66 - 20 -
12	1/21 -	710	820	1010	1490	2060	2800	300 -	80 - — -
13	1/25 -	820	950	1170	1730	2370	3100	350 -	93 - 10 -
14	1/28 -	930	1080	1340	2000	2680	3350	400 -	106 - 20 -
15	1/33 -	1040	1200	1500	2200	3000	3600	450 -	120 - — -
16	1/40 -	1200	1400	1750	2570	3500	4200	500 -	133 - 10 -
17	1/45 -	1400	1600	2000	2940	4000	4800	500 -	133 - 10 -
18	1/50 -	1560	1800	2250	3300	1500	5400	500 -	133 - 10 -

Einfaches Okular Nr. 1, 2, 3, 4 und 5 . . . . . 10 Fr. 2 T. 20 S
Holosterisches Okular . . . . . 15 Fr. 4 T. — S.
Spitzen-Okular . . . . . 25 Fr. 6 T. 20 S.
Mikrometer-Okular . . . . . 25 Fr. 6 T. 20 S.
Binokuläres stereoskopisches Okular, welches die Objekte aufrecht zeigt 180 Fr. 48 T. — S.
Beweglicher Objekttisch . . . . . 60 Fr. 16 T. — S
Neues Kompressorium . . . . . 30 Fr. 8 T. — S
Objekttisch-Mikrometer mit Messingfassung:
der Millimeter in 100 gleiche Theile getheilt . . . . . 20 Fr. 5 T. 10 S.
do. 500 do. . . . . 25 Fr. 6 T. 20 S.
do. 1000 do. . . . . 30 Fr. 8 T. — S.
Neuer beweglicher Mikrometer . . . . . 50 Fr. 13 T. 10 S.
(Dieses Instrument erlaubt, mit grosser Genauigkeit bis zu 0,0001 Millimeter zu messen.
Verbesserter patentirter Polarisations-Apparat mit Polarisations-Okular, einem Prisma mit grossem Sehfeld und getheiltem Kreisbogen . . . . . 60 Fr. 16 T. — S.
Goniometer, die Winkel der mikroskopischen Krystalle zu messen . . 60 Fr. 16 T. — S.
Universal-Goniometer, auf dem Objekttisch zu befestigen, Horizontalkreis mit zwei Nonien, zwei zu einander rechtwinkligen Mikrometer-Bewegungen; getheilter Vertikalkreis mit Zeiger, mit langsamer und schneller Kreisbewegung . . . . . 150 Fr. 40 T. — S.
Spektral-Apparat für mikroskopische Studien, mit Prismen in gradliniger Anordnung, Röhre für die Flüssigkeiten, zur Vergleichung der Absorptionen . 120 Fr. 32 T. — S.
Verbesserter Dujardin'scher Beleuchtungs-Apparat zur Verminderung der Diffraktions-Wirkungen . . . . . 50 Fr. 13 T. 10 S.
Camera lucida von Oberhäuser, zugleich zur Verwandlung des vertikalen Mikroskops in ein horizontales dienend . . . . . 50 Fr. 13 T 10 S.
Camera lucida von Milne Edwards und Doyère . . . . . 35 Fr. 9 T. 10 S.
Brücke'sche Lupe (verbesserte Konstruction) . . . . . 20 Fr. 5 T. 10 S.
Stativ für Brücke's Lupe, so dass derselben jede beliebige Stellung gegeben werden kann 30 Fr. 8 T. — S.
Lampe für mikrographische Studien mit einer grossen Linse, die Lichtstrahlen parallel zu machen . . . . . 35 Fr. 9 T. 10 S.
Lupe für Augenärzte . . . . . 10 Fr. 2 T. 20 S.
Einfache Lupe in Horn- oder Schildplatt-Fassung . . . . . 5 Fr. 1 T. 10 S.
bis 7 Fr. bis 1 T. 26 S.
Doppel-Lupe do. do. . . . . 8 Fr. 2 T. 4 S.
bis 10 Fr. bis 2 T. 20 S.
Dreifache Lupe do. do. . . . . 12 Fr. 3 T. 6 S.
bis 14 Fr. bis 3 T. 22 S.
Achromatische Lupe mit vollständig planem und geradlinigen Gesichtsfelde 15 Fr. 4 T. — S.
Objektgläser, erste Qualität, à Dutzend . . . . . 2 Fr — T 16 S.
do. zweite do. do. . . . . 1 Fr. — T. 8 S.
Deckgläschen, das Dutzend . . . . . 1 Fr. — T. 8 S.
do. das Hundert . . . . . 6 Fr. 1 T. 18 S.

No. 2.

Preisverzeichniss mikroskopischer Instrumente und Apparate von **Nachet & Sohn** in Paris (Rue St. Severin. 17).

(1872.)

(Preise in Francs.

A. Preise der Mikroskope.

1. Grosses vollständiges, binokuläres Mikroskop mit verbessertem Stativ. An der horizontalen Axe aufgehängt, um eine Schiefstellung und Fixirung in jeder Position zu gestatten. Die gröbere Einstellung durch ein Triebwerk, die feineren durch Mikrometerschrauben geschehend, wobei die eine das Rohr bewegt, die andere sehr feine auf den Träger der Linsensysteme einwirkt. Drehbarer mit Glas eingelegter Objekttisch, mit einer durch eine Schraube beweglichen Vorrichtung zum Verschieben des Präparates, welches überdies durch Federklemmen gehalten werden kann. Ebener und konkaver Spiegel mit einer Beweglichkeit für Anwendung der schiefen Beleuchtung.

Eine zwischen Spiegel und Tisch befindliche, senkrecht verstellbare und mit einem Hebel versehene Vorrichtung gestattet, die Diaphragmen zu verändern und den Kondensor mit grosser Schärfe in den Fokus zu bringen. Vorrichtung, um den Glasmikrometer in jedes Okular einzulegen; jener lässt sich durch eine kleine Schraube in den Fokus bringen und nach den verschiedenen Stellen des Sehfeldes bewegen. Acht Objektivsysteme mit Korrektionsvorrichtung von No. 0—7 und Vergrösserungen von 30—1400 linear, vier Okulare und binokuläre Vorrichtung, Goniometer, Camera lucida, Polarisationsapparat mit Gypsplatten, Kondensor, Okular- und Objekttischmikrometer. Beleuchtungslinse für opake Gegenstände; übrige Präparationsbedürfnisse, wie Glasplatten und feine Deckgläschen; anatomische Instrumente, wie Nadeln, Skalpelle, Scheeren, feine Pinzetten etc. Das ganze Instrument ist in einem starken, äusserlich mit messingenen Ecken und Innen mit Sammetüberzug versehenen Kasten enthalten, die Linsensysteme überdies in einem Maroquin-Etui . . . . . 1400 Fr.

2 Grosses Mikroskop. Befestigung an der Axe und drehbarer mit eingelegtem Glas versehener Objekttisch, wie bei No. 1. Gröbere Einstellung durch Stellschraube, feine durch eine Mikrometerschraube; beweglicher Träger der Diaphragmen und des Kondensor; ebener und konkaver Spiegel mit freier Beweglichkeit für schiefe Beleuchtung. Mikrometer durch eine Vorrichtung in jedes Okular einfügbar; 3 Okulare, 6 gewöhnliche Linsensysteme, No. 0, 1, 2, 3, 5, 7 mit Immersion und Korrektion; Vergrösserungen von 30—1400. Camera lucida. Okular- und Objekttischmikrometer, Beleuchtungslinse, Präparationswerkzeuge etc., Mahagonikasten mit messingenen Ecken etc. 680 Fr.

3 Grosses vertikales Stativ mit drehbarem Tisch, doppelter Bewegung zum Einstellen, einem Apparat zum Tragen und Auswechseln der Blendungen und Beleuchtungsvorrichtungen, Glasmikrometer, durch eine Vorrichtung in jedes Okular einzuführen, Objekttischmikrometer. Dazu fünf Linsensysteme, No. 1, 2, 3, 5 und 7 mit Immersion und Korrektion, welche mit 3 Okularen Vergrösserungen von 70—1400 ergeben. Camera lucida, Präparationswerkzeuge etc., in einem Kasten mit Handhabe (Die Beifügung einer Stellschraube erhöht den Preis um 40 Fr.) . . . . . 550 Fr.

4. Mikroskop eigenthümlicher Konstruktion, um die Höhe des Gestelles so gering als möglich zu machen nach Lacaze-Duthiers. Die Drehung findet im runden Fusse statt, der Tisch steht tiefer. Die gleichen optischen Beigaben wie in No. 3 . 650 Fr.

5. Mittleres, schief zu stellendes Stativ, etwas kleiner als No. 3; in Drelltisch, Einstellungs- und Beleuchtungsvorrichtungen dem vorigen ganz ähnlich, mit denselben Linsensystemen und Okularen etc., Beleuchtungslinse und einem Kasten mit Handhabe . . . . . 500 Fr.

6. Mittleres vertikales Mikroskop, ähnlich No. 3, 5 Linsensysteme (1, 2, 3, 5 und 7 mit Immersion und Korrektion), 3 Okulare. Mikrometerokular. Beleuchtungslinse; in Mahagonikasten mit Handhabe . . . . . 450 Fr.
Wird statt No. 7 mit Korrektionsvorrichtung nur ein gewöhnliches System genommen . . . . . 380 Fr.

7. Neues Modell für Schiefstellung. Grobe Bewegung durch Triebrad, feine durch Mikrometerschraube. Zylinderblendungen beweglicher Spiegel, Beleuchtungslinse. 4 Systeme 1, 3, 5 und 7 mit Korrektion und Immersion. 3 Okulare. 12 verschiedene Vergrösserungen, wechselnd von 25—1400. Mahagonikasten . . . . . 430 Fr.

8. Das gleiche Instrument mit den Systemen 1, 3, 5; 9 Vergrösserungen von 30—700 . . . . . 280 Fr.

9. Kleines Mikroskop für Schiefstellung und schiefe Beleuchtung mit doppelter Bewegung und einer Drehscheibe. Systeme 1 und 3 und 2 Okulare. Vergrösserungen von 30—500. Beleuchtungslinse, Mahagonikästchen . . . . . 150 Fr.
Dasselbe Instrument mit den Systemen 1, 3 und 5 sowie 3 Okularen, 9 verschiedene Vergrösserungen von 30—700 gewährend . . . . . 200 Fr.

10. Kleines vertikales Mikroskop mit frei beweglichem Spiegel, den Systemen 1 und 3; 2 Okularen, mit Beleuchtungslinse . . . . . 125 Fr.
Mit den Systemen 1, 3 und 5, sowie 3 Okularen, 9 verschiedene Vergrösserungen von 30—700 ergebend . . . . . 175 Fr.

11. Einfacheres Mikroskop mit einem Fuss aus Eisenguss, System 3 und einem Okular (Vergrösserung 380) . . . . . 80 Fr.
Dasselbe mit System 5 an der Stelle von 3 (Vergrösserung 500) . . . . . 90 Fr.

12. Grosses binokuläres Mikroskop, um sowohl stereoskopische als pseudoskopische Bilder zu gewähren. Die Okulare können einander genähert oder von einander entfernt werden nach Bedürfniss des Beobachters. Doppelte Bewegung, Schief- und Horizontalstellung. Systeme 0, 1 und 3. Beweglicher (aber nicht drehbarer) Tisch. Lupe für opake Gegenstände, Mahagonikasten . . . . . 500 Fr.

13. Kleineres binokuläres Mikroskop mit Schiefstellung. Systeme 0, 1 und 3, sowohl an der einfachen Röhre des Instrumentes, wie an der Doppelröhre verwendbar 2 Okulare, Beleuchtungslinse . . . . . 350 Fr.

14. Binokuläre Vorrichtung, an jedem Instrumente anzubringen, mit Verstellung der beiden Röhren und 2 Okularen . . . . . 150 Fr.

15. Binokuläre (stereoskopische und pseudoskopische) Vorrichtung an allen Instrumenten verwendbar . . . . . 175 Fr.
16. Instrument mit 2 Röhren, zur Beobachtung für zwei Personen mit 3 Systemen, Beleuchtungslinse etc. . . . . 300 Fr.
17. Vorrichtung derselben Art mit 2 Röhren, um an gewöhnliche Instrumente angebracht zu werden, nebst 2 Okularen (aber ohne Linsensysteme) . . . . . 80 Fr.
18. Mikroskop mit 3 Röhren, grober und feiner Bewegung, 3 Linsensystemen, No. 0, 1 und 3 etc. . . . . 400 Fr.
19. Grosses umgekehrtes Mikroskop mit versilbertem Spiegel. Die Entfernung zwischen Linse und Okular kann bis zu 90 Centimetern gesteigert werden. Man kann die stärksten Systeme verwenden; achromatischer Kondensor etc., 2 Okulare ohne Linsensysteme . . . . . 800 Fr.
20. Umgedrehtes Stativ für Chemiker, mit vergoldetem Objekttisch, 4 Linsensystemen, No. 0, 1, 3 und 5, einem beweglichen Okular, einem Goniometer, um die Winkel von Krystallen zu messen, und sonstigem Zubehör . . . . . 350 Fr.
21. Neues umgekehrtes Instrument, um Objekte in Gasen und bei bestimmter Wärme zu untersuchen; 3 Systeme und 2 Okulare . . . . . 500 Fr.
22. Taschenmikroskop (90 Mm. lang und 50 Mm. breit), mit den Linsensystemen No 1, 3 und 5, einem Okular etc. . . . . 200 Fr.
23. Etwas grösseres Taschenmikroskop . . . . . 180 Fr.
24. Dissektions- und Observationsmikroskop (Modell Cosson), als einfaches wie zusammengesetztes Instrument verwendbar. System 1 und 3, 1 Okular, 3 Doublets . . 140 Fr.
25. Gestell desselben, nur als einfaches Mikroskop verwendbar mit den 3 Doublets 50 Fr.
25a. Dissektionsgestell nach Blanchard mit 3 Doublets . . . . . 50 Fr.
26. Dissektionsmikroskop für Laboratorien nach Robin mit Bildumdrehung sowie Vergrösserungen von 8—70 . . . . . 120 Fr.
27. Demonstrationsmikroskop, in der Hand zu halten . . . . . 80 Fr.
28. Instrument an einer Stange für Aquarien . . . . . 120 Fr.
28a. Instrument zur Untersuchung der Cornea und Haut, monokulär . . . . . 120 Fr.
28b. Dasselbe binokulär . . . . . 270 Fr.
29. Photographirmikroskop . . . . . 300 Fr.

Preise der Linsensysteme.

1. Trockne Systeme.

a) ohne Korrektioneinrichtung.

No. 0	15 Fr.
- 1	20 -
- 2	25 -
- 3	30 -
- 4	35 -
- 5	40 -
- 6	50 -
- 7	80 -

b) mit Korrektionsapparat.

No. 3	50 Fr.
- 4	60 -
- 5	75 -
- 6	100 -
- 7	125 -

2. Immersionssysteme.

a) ohne Korrektionsvorrichtung.

No. 6	70 Fr.
- 7	100 -

b) mit Korrektionsapparat.

No. 6	120 Fr.
- 7	150 -
- 8	200 -
- 9	250 -
- 10	300 -
- 11	350 -
- 12	400 -

Vergrösserungen der Systeme in Verbindung mit den Okularen.

Gewöhnliche Linsensysteme.

		0	1	2	3	4	5
Okulare	1	30	89	180	260	300	350
	2	40	100	260	380	420	480
	3	60	110	350	500	590	680
Aequival. Brennweite.		2″	1″	1/2″	1/4″	1/5″	1/8″
Oeffnungswinkel.		10°	15°	50°	90°	90°	130°

Systeme mit Immersion und Korrektion.

		6	7	8	9	10	11	12
Okulare	1	460	580	775	900	1150	1320	1700
	2	600	900	1100	1300	1560	1800	2400
	3	900	1400	1600	2000	2200	2680	3260
	4	1200	1750	2000	2500	2750	3150	4500
Aequivalente Brennweite.		1/10″	1/14″	1/15″	1/20″	1/30″	1/40″	1/50″
Oeffnungswinkel.		140°	160	175	175°	175°	175°	175°

30. Einfaches Mikroskop . . . . . 60 Fr.
31. Verbessertes stereoskopisches Dissektions-Mikroskop . . . . . 150 -
32. Grössere Lupenträger . . . . . 80 -
33. Kleinerer Lupenträger mit Triebrad . . . . . 15 -
34. Derselbe ohne Triebrad . . . . . 8 -
35. Brücke'sche Lupe . . . . . 15 -
36. Doublets, 20—5 Mm. Fokallänge . . . . . 6 -
Dieselben mit einem Fokus von 5—2 Mm. . . . . 10 -
37. Objekttischmikrometer in Messing gefasst, der Millimeter in 100 Theile . . 10 -
38. Derselbe, den Millimeter 500fach getheilt . . . . . 20 -
39. - - - 1000fach - . . . . . 30 -
40. Camera lucida (eigenthümlicher Konstruktion) . . . . . 25 -
41. Gewöhnliche Camera lucida . . . . . 18 -
42. Bildumkehrendes Prisma . . . . . 25 -
43. Dasselbe verbessert und mit einem Okular versehen . . . . . 35 -
44. Revolvervorrichtung, zum schnellen Wechseln der Linsensysteme . . . . . 25 -
45. Kondensor für gerade Beleuchtung . . . . . 25 -
46. - für schiefes Licht . . . . . 15 -
47. Amici'sches Beleuchtungsprisma . . . . . 25 -
48. Beleuchtungsvorrichtung auf schwarzem Grunde . . . . . 15 -
49. Polarisationsapparat mit zwei Nicols . . . . . 40 -
50. Goniometer . . . . . 30 -
51. Dissektionsapparat . . . . . 60 -
52. Vereinfachter Dissektionsapparat . . . . . 35 -
53. Mikrotom von Hagen . . . . . 18 -
54. Kompressorium . . . . . 30 -
55. Okulare . . . . . 10 -
56. Sehr starkes achromatisches Okular . . . . . 20 -
57. Mikrometer-Okular . . . . . 15 -
58. Handlupe . . . . . 8 -
59 Grosse Lupen von schwacher Vergrösserung . . . . . 8—12 -
60. Coddington'sche Lupe etc. etc. . . . . 5 -

No. 3.

Preisverzeichniss der Mikroskope und optischen Apparate von **Arthur Chevalier** in Paris (Palais-royal, 158, Galerie de Valois). (1872.)

(Preise in Francs.)

A. Preise der zusammengesetzten Mikroskope.

Die Nummern dieser Instrumente beginnen im französischen Kataloge mit 26.

1. (26) Mikroskop mit drehrunder Säule, Bewegung durch Verschiebung des Rohres in der Hülse. Vergrösserung 100. Nebenapparate. Kasten von Nussbaumholz . 50 Fr.
2. (27) Gewöhnliches kleineres Mikroskop mit einem plattenförmigen viereckigen Fuss aus überfirnisstem Gusseisen. Tubus in der Hülse beweglich aber nicht ausziehbar; feine Schraube, drehbares Diaphragma, beweglicher Spiegel, ein Okular, Linsensystem No. 3, Vergrösserungen von 50—250; Nebenapparate; Kasten von Nussbaumholz . . . . . 75 Fr.
3. (28) Studenten-Mikroskop mit ähnlichem Fusse, einer messingenen Säule, Mikrometerschraube, einem in der Hülse verschiebbaren Rohre, Drehscheibe, Klemmen, Beleuch-

tungslinse Okular 2, Systeme 3 und 8. Vergrösserungen von 50–650 etc.; Nebenapparate, Kasten von Nussbaumholz . . . . . 100 Fr.

1. (29) Senkrechtes Mikroskop, kleines Modell. Die nämliche doppelte Bewegung, wie bei Nr 3. Drehscheibe mit Röhre (um einen Kondensor und dergleichen aufzunehmen); Spiegel für schiefe Beleuchtung, Beleuchtungslinse, Okularen 2 und 3 und den Systemen 3 und 8. Vergrösserungen von 50–800 etc.; Kasten verschliessbar und mit Handhabe . . . . . 150 Fr.
5. (30) Senkrechtes Mikroskop mittleres Modell. Röhre zum Verlängern eingerichtet, die übrige Einrichtung wie bei No. 4; Okulare 1, 2, 3; Systeme 3, 5, 8. Vergrösserungen von 50—1000 etc. . . . . 185 Fr.
6. (31) Mittleres Stativ zum Umlegen, sonst gleich dem vorigen . . . . . 215 Fr.
7. (32) Senkrechtes mittleres Mikroskop mit drehbarem Tische, der von einer schwarzen Glasplatte bedeckt ist. Plan- und Konkavspiegel mit freier Bewegung. Beleuchtungslinse auf besonderem Stativ. Okulare 1, 2 und 3; Systeme 2, 3, 5, 8 und 9. Vergrösserungen von 50—1300 . . . . . 350 Fr.
8. (33) Dasselbe Instrument zum Umlegen eingerichtet mit Mikrometer und Chambre claire . . . . . 425 Fr.
9. (34) Vertikales grosses Mikroskop. Rohr ausziehbar und zum Verschieben in der Hülse; doppelter Spiegel in freier Bewegung, Tisch mit schwarzer Glastafel bedeckt, Beleuchtungslinse auf besonderem Stativ, Drehscheibe mit einer Röhre, um einen Kondensor etc. aufzunehmen. Okulare 1, 2 und 3; Systeme 3, 5 und 8. Vergrösserungen von 50—900 . . . . . 400 Fr.
10. (35) Das gleiche Stativ mit Drehtisch. Okulare 1, 2 und 3; Systeme 2, 3, 5, 8 und 9 Vergrösserungen von 40—1500 . . . . . 500 Fr.
11. (36) Mikroskop mit mittlerem Stativ von Arthur Chevalier für Schiefstellung und mit drehbarem Tische. Sehr feine Mikrometerschraube, Tisch mit schwarzer Glasplatte, Drehscheibe mit einem durch die Schraube verstellbaren Zylinder; doppelter, ganz frei beweglicher und auch senkrecht verstellbarer Spiegel, um schiefes Licht von jeder Seite her zu gewähren; Okularmikrometer, in jedes Okular einlegbar und Objektmikrometer; Chambre claire und Beleuchtungslinse auf besonderem Stativ. Okulare 1, 2 und 3; Systeme 1 (bis), 2, 3, 5, 8 (trocken) und das Immersionssystem 10; Vergrösserungen von 40—1500 . . . . . 600 Fr.
12. (37) Grosses Mikroskop von Arthur Chevalier zum Umlegen und mit Drehtisch. Ausziehbares Rohr mit Theilung. Grobe Bewegung durch ein Triebrad mit doppeltem Knopf, feine durch sehr genaue Mikrometerschraube; Tisch von schwarzer Glasplatte bedeckt, Spiegel wie in No. 11; Zylinderblendungen und Drehscheibe; Okularmikrometer in jedes Okular einzulegen. Okulare 1, 2 und 3; Systeme 1, 1 (bis), 2, 3, 5, 8, 9, dazu die Immersionssysteme 8 und 10. Chambre claire, Polarisationsapparat (aus zwei Nicol'schen Prismen bestehend), Lieberkühn'scher Spiegel, besondere Beleuchtungslinse und Dujardin's Kondensor . . . . . 1300 Fr.
13. (38) Aelteres Universal-Mikroskop von Charles Chevalier. Okulare 1, 2 und 3, Systeme 2, 3, 5, 8 und 9. Vergrösserungen von 40—1300 . . . . . 600 Fr.
14. (31) Mikroskop von Ch. Chevalier für Chemiker . . . . . 325 Fr.
15. (40) Taschenmikroskop des Vorhergenannten . . . . . 200 Fr.
16. (41) Robin's Dissektionsmikroskop . . . . . 180 Fr.
17. (42) Dasselbe nur für auffallendes Licht . . . . . 150 Fr.
18. (43) Binokuläres Mikroskop nach Wenham . . . . . 400 Fr.
19. (44) Photographir-Apparat, an jedes vertikale Instrument anzubringen . . 100 Fr.
20. (45) Sonnenmikroskop, 2 Sorten (48 und 49) . . . . . 300—700 Fr.

B. Preise der Linsensysteme und sonstigen Apparate.

1. Gewönliche Systeme (alle mit Ausnahme von No. 1 bestehen aus drei Einzellinsen).

No. 1	25 Fr.	No. 5	30 Fr.
- 1 (bis)	30 -	- 6	35 -
- 2	30 -	- 7	40 -
- 3	30 -	- 8	50 -
- 4	30 -	- 9	80 -

2. Systeme mit Korrektionsvorrichtung.

No. 5	50 Fr.
- 6	60 -
- 7	75 -
- 8	100 -
- 9	125 -

3. Immersionssysteme ohne Korrektionsapparat.

No. 8	60 Fr.
- 9	90 -
- 10	100 -

4. Immersionssystem mit Korrektionsapparat

No. 8	125 Fr.
- 9	150 -
- 10	200 -
- 11	400 -

Vergrösserungen der Linsensysteme in annähernder Bestimmung.

System 1	10— 15	System 6	250— 550
- 1 bis . . .	25— 50	- 7	300— 700
- 2	50— 90	- 8	500— 900
- 3	120—280	- 9	600—1300
- 4	160—325	- 10	700—1400
- 5	200—480	- 11	800—1800

Galvanischer Apparat	25 Fr.
Chemischer Apparat von Ch. Chevalier	25 -
Wasserbüchse	10 -
Chambre claire für das senkrechte Mikroskop	25 -
Dieselbe für das horizontale Instrument	30 -
Schiek'sches Kompressorium mit Stellschraube	30 -
Dujardin's Kondensor	25 -
Mikroskopischer Lichtschirm	25 -
Okular-Goniometer	25 -
Beleuchtungslinsen	10—15 -
Okularmikrometer mit Messingfassung	6 -
Objektivmikrometer	10—45 -
Lieberkühn's Spiegel	40 -
Okulare	10—25 -
Mikrometerokulare	20—30 -
Strauss'scher drehbarer Tisch	25 -
Bildumdrehende Prismen für das vertikale und horizontale Instrument	25 -
Prisma, um das senkrechte Mikroskop in ein wagerechtes zu verwandeln	50 -
Zwei Nicol'sche Prismen	40 -
Prismen zur Beleuchtung mit schiefem Lichte	15—75 -
Präparationsinstrumente etc. etc.	

No. 4.

Preisverzeichniss der achromatischen Mikroskope von **C. Verick** (Schüler Hartnack's). Rue de la Parcheminerie No. 2 in Paris.

(1872.)

(Preise in Francs.)

No. 1. Grosses Mikroskop. Grobe Bewegung durch ein Triebrad, feine durch Mikrometerschraube; das Rohr zum Ausziehen; drehbarer Tisch mit schwarzer Glasplatte; Spiegel mit senk- und wagerechter Bewegung; ebenso nach vorne verschiebbar, um eine schiefe Beleuchtung in jeder Richtung zu gestatten. Die Hebung und Senkung des Spiegels erlaubt zarte Modifikationen der Beleuchtung, ohne das Diaphragma zu verstellen. Der Träger der Blendungen ist senkrecht beweglich. Ein Charnier gestattet schiefe und horizontale Stellung des Instrumentes. Der optische Theil besteht aus den Systemen 0, 2, 6 und 7, sowie aus dem Immersionssysteme No. 10 und den Okularen 1, 2, 3 (wo 2 einen verstellbaren Mikrometer enthält). Vergrösserungen von 18—1200 mit 28 verschiedenen Kombinationen. Grosse Beleuchtungslinse mit besonderem Fuss für auffallendes Licht. Nebenapparate. Kasten von Mahagoniholz mit Handhabe 700 Fr.

No. 2. Mittleres Stativ. Einrichtung gleich No. 1, mit den Systemen 0, 2, 6, 8, sowie den Okularen 1, 2, 3 (2 mit Mikrometer); Beleuchtungslinse, Nebenapparate und ein gleicher Kasten . . . . . 550 Fr.
Das gleiche Gestell aber ohne Triebrad für grobe Bewegung . . . . 500 Fr.

No. 3. Kleineres Stativ. Grobe Bewegung durch eine Hülse, feinere durch Mikrometerschraube; zum Umlegen eingerichtet, mit demselben drehbaren Tische, den gleichen Blendungen und schiefer Spiegelstellung. Systeme 0, 2, 6 und 7; die 3 gleichen Okulare; Beleuchtungslinse und Kasten dieselben . . . . . 390 Fr.
Dieses Instrument wurde auf Anrathen von Cornil und Ranvier konstruirt.

No. 4. Mikroskop mit gleichem, aber nicht mehr drehbarem Tische. Bewegungsvorrichtungen wie bei No. 3; Systeme 2, 6, 7; Okulare 1 und 3; Vergrösserungen von 60—780; Ein Charnier zum Umlegen und eine kleinere Beleuchtungslinse; Nebenapparate; ähnlicher Kasten . . . . . 260 Fr.

No. 5. Doppelsäuliges Laboratoriumsmikroskop; Bewegung die gleiche; schiefe Beleuchtung. Systeme 2 und 6, Okulare 1 und 3; Vergrösserungen von 60—570. Zum Umlegen eingerichtet mit Nebenapparaten und Mahagonikasten . 165 Fr.

No. 6. Kleines Hufeisenstativ ohne Schiefstellung mit System 4 und Okular 2; schiefe Beleuchtung etc. . . . . 90 Fr.

No. 7. Dissektionsmikroskop . . . . . 60 Fr.

Preise der Linsensysteme und Angabe ihrer Vergrösserungen.

System	Okular 1		2		3		4		Preis
No. 0	18	25	30	50	40	75	45	85	20 Fr.
- 1	30	35	60	100	90	140	100	170	25 -
- 2	60	100	80	150	120	220	130	250	25 -
- 3	80	100 (?)	110	210	170	290	200	350	30 -
- 4	130	210	170	300	250	430	290	520	35 -
- 6	170	290	220	400	330	570	550	650 (?)	35 -
- 7	250	400	300	550	480	780	550	800	40 -
- 8	310	500	420	720	570	880	600	1050	55 -

Neue Linsensysteme mit Immersion und Korrektion.

No. 8	260	440	350	620	500	880	610	950	85 Fr.
- 9	310	580	400	670	550	950	670	1200	120 -
- 10	330	600	450	760	620	1120	800	1300	150 -
- 11	380	700	500	880	690	1200	900	1500	200 -
- 12	450	800	550	950	750	1300	1070	1690	250 -

Es sind hierbei die Vergrösserungen, welche das verkürzte und verlängerte Rohr gewähren, stets getrennt aufgeführt.

Ranvier's Mikrotom für thierische Objekte . . . . . 12 Fr.
Rivet's Mikrotom für pflanzliche Objekte . . . . . 30 -
Bildumdrehende binokuläre Vorrichtung . . . . . 180 -
Okulare . . . . . 10 -
Holosterisches Okular . . . . . 18 -
Mikrometer-Okular . . . . . 20 -
Photographische Vorrichtung . . . . . 50 -
Objekttisch-Mikrometer in 100 . . . . . 15 -
- in 500 . . . . . 18 -
- in 1000 . . . . . 20 -
Verbesserter Drehtisch . . . . . 60 -
Neues Kompressorium . . . . . 35 -
Polarisationsapparat . . . . . 45 -
Polarisationsapparat mit polarisirendem und einen Gradbogen führendem Okulare 60 -
Horizontal beweglicher Mikrometer . . . . . 50 -
Verbesserter Beleuchtungsapparat von Dujardin . . . . . 45 -
Goniometer . . . . . 50 -
Chambre claire von Oberhäuser . . . . . 50 -
- - von Milne Edwards und Doyère . . . . . 35 -
- - von Mathissen . . . . . 20 -
Lupen . . . . . 25—8 -

No. 5.

Mikroskope und Nebenapparate von **Carl Zeiss** in Jena.

(1872.)

(Preise in Thalern.)

Zusammengesetzte Mikroskope.

Objektiv-Systeme und Okulare.

Die hier aufgeführten Mikroskop-Systeme sind sämmtlich neuerdings auf Grund theoretischer Berechnung des Herrn Professor Abbe in Jena konstruirt. Die Systeme A, B, C, D, E, F entsprechen dabei im Wesentlichen — abgesehen von kleinen Veränderungen und

Verbesserungen — den ebenso bezeichneten meiner früheren Preis-Verzeichnisse; dagegen sind die ganz schwachen Systeme, a und aa, die schwachen und mittleren Systeme mit grossen Oeffnungswinkeln (welche durch die verdoppelten Buchstaben AA bis DD bezeichnet sind) und namentlich die drei Immersionssysteme zu jenen älteren neu hinzugekommen und in diesem Katalog zum ersten Mal angezeigt.

Die Systeme werden mit kurzen Trichtern verbunden und in zylindrischen Messingbüchsen verschlossen abgegeben; sie tragen das in England allgemein eingeführte, auch in Deutschland vielfach verbreitete weite Tubusgewinde (mit welchem von jetzt ab auch alle Stative aus meiner Werkstatt versehen werden); sie können daher ohne Zwischenstück an den Stativen aus vielen andern Werkstätten benutzt werden.

Das Immersionssystem No. 3 wird stets mit Korrektionsfassung angefertigt, zu den übrigen Systemen wird eine solche — da sie bei diesen im gewöhnlichen Gebrauch ohne wesentliche Beeinträchtigung der Wirkung entbehrt werden kann — nur auf besondere Bestellung gegen eine Preiserhöhung von je 5 Thlr. geliefert. — Die Korrektionsfassungen sind, um das Verschwinden des Bildes beim Gebrauch der Korrektion im Beobachten zu vermeiden, so eingerichtet, dass die unterste Linse unbeweglich bleibt, die einzustellende Deckglas-Dicke kann auf der Theilung des Korrektionsringes in Bruchtheilen des Millim. abgelesen werden.

	System	Oeffnungswinkel	Aequivalent-Brennweite Mm.	Vergrösserung bei 155 Mm. Tubuslänge, für 250 Mm. Sehweite mit Okular					Preis Thlr.
				1	2	2½	3	4	
Trocken-Systeme.	a		30,45,60	5 bis 20					4
	aa	20°	32	18	25	40	50	70	7
	A	20°	16	45	60	85	110	150	7
	AA	33°							9
	B	40°	10,0	70	95	125	160	220	9
	BB	60°							11
	C	50°	6,4	110	140	200	260	360	11
	CC	90°							14
	D	60°	4,2	180	220	300	400	550	14
	DD	100°							18
	E	105°	2,8	240	320	450	600	840	21
	F	105°	1,8	380	500	720	950	1400	28
Immersions-Systeme	No. 1	180°	3,0	220	300	420	560	790	30
	- 2	180°	1,7	400	530	760	1000	1500	48
	- 3	180°	1,0	860	900	1300	1700	2400	90 incl. Korr.
	Okulare			1	2	2½	3	4	je 2 Thlr.
	Aequivalent-Brennweite in Mm.			52	44	32	25	18	

Bemerkungen: System a ist eine einfache achromatische Linse, welche nach Bestellung in einer der drei angeführten Brennweiten geliefert wird. Diese Linsen — vorzugsweise zum Zeichnen bei sehr geringer Vergrösserung bestimmt — sind so gefasst, dass bei ihrem Gebrauch das Okular des Mikroskops nicht höher zu stehen kommt wie beim Gebrauch stärkerer Systeme.

Die schwächeren und mittleren Systeme mit grösseren Oeffnungswinkeln, AA, BB, CC, DD, besitzen ein, im Vergleich mit den entsprechenden älteren Nummern, wesentlich höheres Unterscheidungs- (Auflösungs-) Vermögen, welches auch bei gewöhnlicher zentraler Beleuchtung zur Geltung kommt. Da sie ausserdem die Anwendung von Okular 4 vollkommen gut vertragen, so gewährt jedes einzelne einen grösseren Umfang der Leistung und kann daher in den meisten Fällen je ein stärkeres System von relativ geringerem Oeffnungswinkel ersetzen.

Bei den schärferen Trocken- und Immersionssystemen ist der Objektabstand — d. h. die Dicke der Luft- oder Wasserschicht zwischen der untersten Linse und dem Deckglas — merklich grösser, als man bei entsprechenden Systemen sonst meist findet; daher denn z. B. selbst das Immersionssystem No. 3 noch recht gut mit einem Deckglase von über 0,20 Mm. benutzt werden kann.

Die Angabe der Tabelle über den Oeffnungswinkel der Immersionssysteme ist insofern nicht erschöpfend, als im vorliegenden Falle seine Grösse in der üblichen Weise, d. h. für Luft als äusseres Medium, überhaupt nicht streng angegeben werden kann. Es beträgt nämlich der wirkliche Oeffnungswinkel der obigen Immersionssysteme für Wasser 104—108°, während schon ein Winkel von 97° in Wasser eine Oeffnung von 180° in Luft gehen würde — Dass gegenüber diesem grossen Oeffnungswinkel der Immersionssysteme die Trockensysteme in den höchsten Nummern nur 105°, also merklich weniger haben, als die starken Systeme aus vielen andern, zumal den englischen Werkstätten, ist darin begründet, dass Theorie und Erfahrung übereinstimmend obigen Betrag als die Grenze ergeben, welche beim Trockensystem nicht überschritten werden darf, ohne dass entweder die vollständige Korrektion der sphärischen Abweichung unmöglich wird oder der Objektabstand eine für den Gebrauch der Systeme äusserst lästige Verminderung erfährt.

Stative.

Stativ O. Grösstes Hufeisenstativ, zum Umlegen, wie die englischen Stative, eingerichtet; drehbarer Tisch, gewölbte Blendungsscheibe, deren Oeffnungen dicht unter der Tischebene liegen, Plan- und Hohlspiegel nach einer mir eigenthümlichen Einrichtung nicht nur seitlich, sondern auch nach vorn verstellbar, um von jeder Seite schiefes Licht geben zu können; grobe Einstellung durch Verschieben des Tubus, feine durch

Mikrometerschraube; Höhe des Okulars über der Standfläche des Instruments 30 Cm. 50 Thlr.

Stativ I. Grosses Hufeisenstativ, fester Tisch; Blendungs-, Beleuchtungs- und Einstellungsvorrichtung wie bei Stativ O; Höhe des ganzen Instruments 28 Cm. 24 Thlr.

Stativ I^b. Wie Stativ I, aber mit drehbarem Tisch; Höhe 29 Cm. . . . . 33 Thlr.

NB. Auch die letztgenannten beiden Stative werden auf Verlangen zum Umlegen eingerichtet, gegen eine Preiserhöhung von 6 Thlr.

Stativ II. Runder Fuss, fester Tisch; die übrige Einrichtung wie in den vorangehenden Nummern, nur verhältnissmässig kleiner; Höhe 27 Cm. . . . . 20 Thlr.

Stativ III^b. Kleines Hufeisenstativ, fester Tisch; sonst wie oben; Höhe 27 Cm. 16 Thlr.

Stativ III^c. Schwerer viereckiger Fuss, drehbarer Tisch; Spiegel etc. wie oben 24 Thlr.

Stativ IV. Runder Fuss, fester Tisch; gewölbte Blendungsscheibe; Hohlspiegel seitlich aus der Axe verstellbar; feine Einstellung durch Mikrometerschraube . . 13 Thlr.

Stativ V. Runder Fuss, fester Tisch ohne Blendungsscheibe; Spiegel nicht ausser der Axe beweglich: Einstellen blos durch Verschieben des Tubus . . . . . 6 Thlr.

Stativ V^b wie V, aber mit feiner Einstellung durch Mikrometerschraube am Tisch $7\frac{1}{2}$ Thlr.

NB. Die Stative O, I und Ib bilden die grossen, II ein mittleres, IIIb, IIIc, IV, V und Vb die kleinen Instrumente. Bei allen führt der Tubus das schon oben erwähnte englische Gewinde zum Anschrauben der Systeme und erhält für gewöhnlich die feste Länge von 155 Mm. Bei den drei grösseren Stativen wird der Tubus auf Verlangen auch zum Ausziehen eingerichtet, in welchem Falle der Preis sich um 3 Thlr. erhöht. Sämmtliche Stative von O bis IV incl. werden in polirten und verschliessbaren Mahagonikasten, V und Vb in polirten Etuis aus Eichenholz geliefert.

Sonnenmikroskop-Stativ. Grosser Heliostatspiegel, durch Schraube und Trieb beweglich; grosse Beleuchtungslinse; fester Objekttisch; Mikrometerbewegung zur feinen Einstellung. Das Ganze zum Einsetzen in einen Fensterladen eingerichtet . 50 Thlr.

Sogen. Salonmikroskop mit grossem Spiegel aus Neusilber, der Tubus in freier Hand gegen das Tageslicht zu halten, für Demonstration im Auditorium (ohne Linsen) 6 Thlr.

Vollständige Mikroskope.

Zur Bequemlichkeit der Besteller ist im Folgenden eine Anzahl von zweckmässig erscheinenden Kombinationen, den verschiedenartigsten Bedürfnissen angepasst, zusammengestellt. — Für jede andere, nach eigener Auswahl bestimmte Kombination ergiebt sich der Preis durch Summation der Preise für die einzelnen Artikel.

No. 1. Stativ O, Systeme aa, A, BB, C, DD, F, Immersionssysteme No. 1, 2 und 3; 5 Okulare, Vergrösserungen 18—2400 — Kondensor, Polarisationsapparat. Zeichenprisma, Spektralokular, Kompressorium, Mikrometerokular, Objektivmikrometer ($^1/_{100}$) . . . . . 387 Thlr.

- 2. Stativ O. Systeme aa, A, BB, C, DD, F, Immersionssysteme 1, 2 u. 3; 5 Okulare; Vergrösserungen 18 bis 2400 . . . . . 310 Thlr.
- 3. Stativ I^b mit den 9 Systemen, 5 Okularen und den Nebenapparaten wie bei No. 1. Vergr. 18—2400 . . . . . 370 Thlr.
- 4. Stativ I^b, Systeme aa, A, B, C, DD, F, Immers. 1 u. 3; 5 Okulare. Vergrösserungen 18—2400 . . . . . 243 Thlr.
- 5. Stativ I^b, Systeme A, C, E, Immers. 2 mit Korr.; 5 Okulare. Vergrösserungen 20—1500 . . . . . 135 Thlr.
- 6. Stativ I, AA, C, DD, F; Immers. 1 u. Immers. 3; 5 Okulare — Kondensor, Polarisationsapp., Zeichenprisma, Mikrometerokular, Objektivmikrometer ($^1/_{100}$). Vergr. 45 2400 . . . . . 266 Thlr.
- 7. Stativ I, AA, C, DD, F, Immers. 1 u. 3; 5 Okulare. Vergr. 45—2400 220 Thlr.
- 8. Stativ I, Syst. A, DD, Immers. 2; 5 Okulare. Vergr. 20—1500 . . 107 Thlr.
- 9. Stativ I, Syst. A, CC, Immers. 1; 4 Okulare. Vergr. 30—790. . . 83 Thlr.
- 10. Stativ I, Syst. A, C, F; 3 Okulare. Vergr. 30—1500 . . . . . 76 Thlr.
- 11. Stativ II, Syst. A, C, E; Immers. 2; 4 Okulare. Vergr. 30—1500 115 Thlr.
- 12. Stativ II, Syst. A, DD, Immers. 1; 4 Okulare. Vergr. 30—790 . . 83 Thlr.
- 13. Stativ II, Syst. A, DD, 3 Okulare. Vergr. 30—550 . . . . . 51 Thlr.
- 14. Stativ III^b, Syst. A, C, DD, Immers. 1; 4 Okulare; Vergr. 30—790 90 Thlr.
- 15. Stativ III^b. Syst. aa, C, F, Immers. 2; 4 Okulare; Vergr. 18—1500 118 Thlr.
- 16. Stativ III^c, Syst. A, C, DD. Immers. 2; 4 Okulare; Vergr. 30—1500 116 Thlr.
- 17. Stativ III^c, Syst. A, C, Immers. 1; 3 Okulare; Vergr. 30—790 . . . 78 Thlr.
- 18. Stativ IV, Syst. A, D, 3 Okulare; Vergr. 30—550 . . . . . 40 Thlr.
- 19. Stativ IV, Syst. CC, 2 Okulare; Vergr. 140 u. 360 . . . . . 31 Thlr.
- 20. Stativ V^b, Syst. A, D, 2 Okulare; Vergr. 60—550 . . . . . $32\frac{1}{2}$ Thlr.
- 21. Stativ V^b, Syst. C, 2 Okulare; Vergr. 140—360 . . . . . $22\frac{1}{2}$ Thlr.
- 22. Stativ V^b, Syst. A u. Okular 2; Vergr. 30 u. 60 . . . . . $16\frac{1}{2}$ Thlr.
- 23. Stativ V, Syst. A u. Okular 2; Vergr. 30 u. 60 . . . . . 15 Thlr.

NB. Bei Angabe des Umfanges der Vergrösserung in obigen Kombinationen ist überall da, wo A das schwächste System der Kombination bildet, die Vergrösserung mit in Anschlag gebracht, welche die oberste Linse dieses Systems, allein gebraucht, giebt; das so erhaltene Bild ist für das gewöhnliche Bedürfniss vollkommen brauchbar.

Nebenapparate zum zusammengesetzten Mikroskop.

No. 24. Grosser Kondensor — neu nach Professor Abbe — sowohl zum Gebrauch mit durchfallendem Licht, wie namentlich zur Beobachtung in auffallendem Licht bei dunklem Felde. Das den Kondensor bildende Linsensystem von sehr grossem Oeffnungswinkel kann mit dem zugehörigen Blendungsapparat sehr einfach an Stelle des gewöhnlichen Hohlspiegels am Tisch des Mikroskops angebracht werden, und gewährt einerseits alle Modifikationen der gewöhnlichen geraden und schiefen Beleuchtung, blos durch Verschieben und Drehen eines Diaphragma, andererseits beim Gebrauch einer Zentralblende eine kräftige Beleuchtung der Objekte von oben (durch Vermittelung einer Totalreflexion am Deckglas), welche bei hellem Tageslicht die Anwendung 500—600facher Vergrösserung recht gut gestattet. — Wegen des unter dem Mikroskoptisch erforderlichen Raumes nur für die grossen Stative geeignet . . . . . 15 Thlr.

- 25. Beleuchtungsapparat für homogenes farbiges Licht; nach Hartnack. — Prismen, Linsen und Spalt mit einander fest verbunden in einem Gehäuse, welches unter dem Tisch des Mikroskops angebracht wird. Das Spektrum wird in der Einstellungsebene des Mikroskops entworfen, und ist in dieser verschiebbar, so dass nach Belieben jede einzelne Farbe zur Beleuchtung des Sehfeldes verwandt werden kann; in Etui . . . . . 20 Thlr.
- 26. Beleuchtungslinse auf Stativ, 80 Mm. Durchmesser, halbkugelförmig, in Etui 12 Thlr.
- 27. Dieselbe mit 60 Mm. Durchmesser . . . . . 7 Thlr.
- 28. Beleuchtungslinse von 40 Mm. Durchmesser, am Tubus verschiebbar . 4 Thlr.
- 29. Spektralokular, à vision directe, nach Sorby und Browning, in vereinfachter Einrichtung, zur Beobachtung der Absorptionsspektra mikroskopischer Präparate. Spalt S. Gravesand'sche Schneiden im Okular; Amici'sches Prisma aus 5 einzelnen Prismen, über dem Okular aufzusetzen, in Etui . . . . . 25 Thlr.
- 30. Spektralapparat nach Professor Abbe, für den nämlichen Zweck, eine stärkere Dispersion als der vorige gewährend, aber nur für grössere Präparate geeignet. Ein geradsichtiges Amici'sches Prisma wird unmittelbar über dem System in den Tubus eingefügt und das auf dem Tische des Mikroskops liegende Präparat mit einer undurchsichtigen Platte bedeckt, welche nebeneinander Spalten von verschiedener Weite enthält; am besten mit System aa oder AA zu verwenden; in Etui . . . . . 12 Thlr.
- 31. Polarisationsapparat. Polarisator mit Kondensorlinse, separate Drehung des Objekts und Einrichtung zum Einlegen von Gyps- und Glimmerblättchen; Analysator im Okular . . . . . 15 Thlr.
  Vereinfacht für kleine Stative . . . . . 10 Thlr.
- 32. Kollektion von Gyps- und Glimmerblättchen, nach von Mohl . . . 4 Thlr.
- 33. Goniometer, extra Okular mit Glastheilung; Theilkreis mit Nonius, 10′ angebend 15 Thlr.
- 34. Camera lucida, aus zwei Prismen, in Etui . . . . . 7 Thlr.
- 35. Camera lucida, nach Oberhäuser, in Etui . . . . . 13 Thlr.
- 36. Okularmikrometer zum Einlegen in die Okulare, 5 Mm. in 50 Theile, in Etui 2 Thlr.
- 37. Mikrometer-Okular, mit obiger Theilung . . . . . 5 Thlr.
- 38. Objektiv-Mikrometer, 1 Mm. in 50 Theile, in Etui . . . . . 3 Thlr.
- 39. - - 1 - - 100 - - - . . . . . 4 Thlr.
- 40. - - $^1/_2$ - - 100 - - - . . . . . 5 Thlr.
- 41. Vorrichtung zur Messung der Deckgläser, (Deckglastaster) mit Nonius $^1/_{10}$ Mm. angebend, durch Schätzung $^1/_{20}$ Mm . . . . . 3 Thlr

Einfache Mikroskope und Lupen.

- 42. Neues Präparirmikroskop. Schwerer viereckiger Fuss, grosser Tisch, an welchem lederüberzogene Präparirbacken angesteckt werden; Einstellung durch Zahn und Trieb; beweglicher Hohlspiegel, der sich auch zur Beleuchtung von oben verwenden lässt. — Das zugehörige optische System besteht in einem Objektiv aus drei achromat. Linsen und einem konkaven Okularglase. Das Objektiv kann entweder mit allen drei Linsen, oder mit den beiden oberen oder mit der obersten allein benutzt werden, wodurch die Vergrösserungen 100, 60, 40 erzielt werden. Ein beigegebenes schärferes Okularglas steigert die Vergrösserung auf 150, während die Objektivlinsen einzeln benutzt Lupen von ausgezeichneter Schärfe mit resp. 30, 20, 15facher Vergr. abgeben. Der Fokalabstand ist bei den zwei höchsten Vergrösserungen der ganzen Kombination noch 9 Mm. bei den schwächeren beträchtlich grösser bis 27 Mm. Das Ganze in verschliessbarem Schränkchen mit Handhabe . . . . . 24 Thlr.

No. 13. Das Linsensystem allein, zum Gebrauche mit andern Stativen, in besonderem Etui . . . . . 10 Thlr.
- 44. Einfaches Mikroskop nach meiner älteren Einrichtung; grosser fester Tisch, Einstellung durch Verschiebung und Schraube, Spiegel für schiefe Beleuchtung, drehbare Blendungsscheibe unter dem Tisch. Beigegeben sind 4 Doublets von 15, 30, 60 und 120facher Vergrösserung, ein Lupe von 10facher Vergrösserung, welche nach Entfernung des obern Glases 5mal vergrössert und ein Präparirfuss von Mahagoni mit Messingmutter zum Aufschrauben des Stativs; das Ganze in Mahagonietui . . . . . 21 Thlr.
- 45. Dasselbe, ohne 120 und 10fache Vergrösserung . . . . . 16 Thlr.
- 46. Einfaches Mikroskop derselben Konstruktion, mit etwas kleinerem Tisch ohne Blendungscheibe; Spiegel für gerades Licht; eingerichtet zum Aufschrauben auf das Etui. Mit 4 Doublets von 15, 30, 60, 120facher Vergrösserung . 16 Thlr.
- 47. Dasselbe ohne 120fache Vergr.. mit Präparirfuss . . . . . 13 Thlr.
- 48. Dasselbe mit 10 und 30 oder 10 und 60facher Vergrösserung auf Präparirfuss ohne Etui . . . . . 9 oder 10 Thlr.

Die Doublets einzeln in besondern Etui.

- 49. 15 und 30fache Vergrösserung, jedes . . . . . 2 Thlr.
- 50. 60 und 120fache Vergrösserung, jedes . . . . . 3 Thlr.
- 51. Triplets mit 200facher Vergrösserung . . . . . 6 Thlr.
- 52. Dergl. mit 300facher Vergrösserung . . . . . 8 Thlr.

NB. Obige Doublets und Triplets passen in alle bisher von mir gefertigten einfachen Mikroskope.

- 53. Präparirlupe mit grossem Fokalabstand (8 Cm.), nach dem Prinzip der Brücke'schen Lupe, 6fache Vergr., in Etui . . . . . 3½ Thlr.
- 54. Präparirlupe, nach demselben Princip, mit zwei achromatischen Linsen, welche zusammen gebraucht 30fach vergrössern (bei 28 Mm. Fokaldistanz), während die obere Linse allein 15malige Vergr. mit 60 Mm. Abstand giebt . . . . 7 Thlr.
- 55. Stativ mit Kugelgelenken zu obigen Lupen . . . . . 6 Thlr.

Verschiedene Nebenapparate, Lupen und Präparirinstrumente etc.

Nachtrag.

Da die Herren Auftraggeber sich vielfach nur an die sub 1 bis 23 aufgestellten Kombinationen halten, so folgen hier noch einige gangbare Zusammenstellungen:

I[b]	A, DD,	Immers. 1,	4 Okulare.	Vergr. 20—1500	96 Thlr.
I	A, DD,	3 Okulare	- -	Vergr. 10— 550	55 Thlr.
II	A, C, E,	3 Okulare	- -	Vergr. 20— 840	65 Thlr.
III[b]	A, DD,	3 Okulare	- -	Vergr. 20— 550	47 Thlr.
III[c]	ACF	4 Okulare	- -	Vergr. 20—1500	78 Thlr.
IV	BB,	3 Okulare	- -	Vergr. 95— 220	30 Thlr.
V	A3,		- -	Vergr. 45— 110	15 Thlr.

Die Verbindung der zwei kleinsten Stative V und V[b] mit schärferen Systemen als A, B, C, selbst mit D ist wegen des im Fuss befestigten nur um 2 Axen drehbaren Spiegels nicht zu empfehlen.

No. 6.

Verzeichniss der Mikroskope aus dem optischen Institute der Firma **G. & S. Merz**, vormals **Utzschneider und Fraunhofer** in München.

(1872.)

(Preise in Thalern.)

A. Komplete Mikroskope.

Mikroskop No. 1 mit Stativ No. 1, vertikal und horizontal drehbarer Tisch (englische inklinirende Form), grobe*) und feine Bewegung am Tubus, Beleuchtung in u. ausser der Axe, Doppelspiegel u. Lupe für opake Gegenstände.

Das Instrument versehen mit 5 Objektivsystemen: 1/3", 1/6", 1/12", 1/18", 1/24", und 6 Okularen: 1, 1½, 2, 2½, 3, 4, gewährt eine 60—1920malige Durchmesser-Vergrösserung. Es besitzt ein Schraubenmikrometer, welches noch 0,0001 eines Pariser Zolles messen lässt, einen Polarisationsapparat, ein Zeichnungsprisma und ein Kompressorium. Das Ganze in elegantem Kasten . . . . . 284 Thlr.

Mikroskop No. 2 mit Stativ No. 1, versehen mit 3 Objektivsystemen: 1/3", 1/12", 1/18", und 4 Okularen: 1, 1 1/2", 2, 4, gewährt es 60—1440malige Vergrösserung. Beigegeben ein Glasmikrometer . . . . . 112 Thlr.

Mikroskop No. 3 mit Stativ No. 2, vertical und horizontal feststehender Tisch, grobe*) und feine Bewegung am Tubus, Beleuchtung in und ausser der Axe, Doppelspiegel, ohne Lupe für opake Gegenstände.

Das Instrument versehen mit 2 Objektivsystemen: 1/3", 1/12", und 4 Okularen 1, 1 1/2, 2, 4, gewährt 60—960malige Vergrösserung . . . . . 54 Thlr.

Mikroskop No. 4 mit Stativ No. 2, einfacheres Modell, vertikal und horizontal feststehender Tisch, grobe*) und feine Bewegung am Tubus, Beleuchtung in und ausser der Axe.

Das Instrument versehen mit 2 Objektivsystem: 1/3", 1/12", und 3 Okularen 1, 1 1/2, 2, gewährt 60—480malige Vergrösserung . . . . . 44 Thlr.

Mikroskop No. 5 mit Stativ No. 3, grobe*) Einstellung am Tubus feine am Tische, Beleuchtung in und ausser der Axe.

Das Instrument hat 1 Objektivsystem: 1/9", und 2 Okulare: 1, 2, von 180 und 360 maliger Vergrösserung . . . . . 32 Thlr.

Mikroskop No. 6 mit Stativ No. 3, Objektiv 1/6" reduzirter Oeffnung, Okular: 1 und 2. Vergrösserung 120 und 240 . . . . . 20 Thlr.

Mikroskop No. 7 (Dissektions-Mikroskop) Tisch mit Flügel, Einstellung durch Trieb, Beleuchtung in und ausser der Axe. Das Instrument besitzt 3 achromatische sich zu einem 1/3" System ergänzende Linsen und ein terrestrisches Okular nebst Auszug. Vergrösserung 8, 16, 24 und 40—200 . . . . . 36 Thlr.

Mikroskop No. 7a. (einfaches Dissektions-Mikroskop) gleiche mechanische Ausstattung, achromatische Linsen, Vergrösserung 8, 16, 24 . . . . . 22 Thlr.

Mikroskop No. 8 (als Modell des Prof. Donders bekannt), Stativ ähnlich dem Stativ No. 2, grobe Einstellung durch Trieb, feine durch Mikrometerschraube, Beleuchtung in und ausser der Axe, Doppelspiegel. Das Instrument besitzt 2 Objekte: 1/3", 1/12", und 4 Okulare: 1, 1 1/2, 2, 4, nebst Glasmikrometer und dient gleichzeitig als einfaches Dissektions-Mikroskop. Vergrösserung 8—960 . . . . . 60 Thlr.

dasselbe inklinirend für 8 Thlr. Preiszuschlag.

B. Objektivsysteme.

Brennweite der aequivalenten Linse	Oeffnungswinkel	Preis Thlr.
1", 1/2", 1/3"	20° — 40°	10
1/6", 1/9"	100° — 120°	16
1/12"	140°	20
1/15" gewöhnliche und systèmes à immersion	140° — 150°	24
1/18" gewöhnliche und systèmes à immersion	140° — 150°	32
1/21" systèmes à immersion	160° — 170°	44
1/24" systèmes à immersion	160° — 170°	60

Korrektions-Fassungen erhöhen die Preise um je 8 Thlr.

C. Mikroskopische Nebenapparate.

Okulare No. 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 4, pr. Stück . . . . . 4 Thlr.
Die Vergrösserung von Okular 1, bei Objektiv 1, ist 20.

Okularmikrometer, ohne Okular . . . . . 3 -
Objektivmikrometer, Millimeter in 100 Theile . . . . . 6 -
Schraubenmikrometer . . . . . 36 -
Goniometer . . . . . 20 -
Polarisations-Apparate mit Theilkreis (Analysator über dem Okular) . . . . . 20 -
Zeichnungsprisma einfaches . . . . . 6 -
Camera lucida à double réflexion . . . . . 20 -
Kompressorien . . . . . 10 -
Lupen: Doublets von 5, 12, 17, 24 und 32maliger Vergrösserung . . . . . 3 -
Lupen-Stative . . . . . 8 -
Spektralokular à vision directe . . . . . 28 -
Spektralokular mit abgelenktem Strahl . . . . . 16 -

*) Die grobe Einstellung bei Stativ Nr. 1 durch Trieb, bei Nr. 2 und 3 durch Schieben der Röhre aus freier Hand.

No. 7.

Preisverzeichniss der achromatischen Mikroskope von **F. W. Schieck** in Berlin (Hallesche Strasse 14).

(1873.)

(Preise in Thalern.)

A. Grosses zusammengesetztes Mikroskop (Hufeisen-Stativ). Zum Ueberlegen konstruirt. Der mit Glas ausgelegte Tisch ist um seine Axe drehbar. Die grobe Einstellung des Objekts geschieht durch Zahn und Trieb; die feine durch eine Mikrometer-Schraube. Hohl- und Planspiegel nach beiden Seiten, sowie nach vorn beweglich.
Mit acht festen Objektiv-Systemen: 1, 3, 4, 5, 7, 8 und 9, 11 (Immersions-Systeme mit Korrektionsvorrichtung) vier achromatischen Okularen, Zylinderblenden mit vertikaler Bewegung an einem Schlitten befestigt, welcher seitwärts zu entfernen ist, einer Beleuchtungslinse mit Stativ für opake Objekte, Stahlpinzette, Okular- und Objektiv-Glasmikrometer. Objekt und Deckgläser etc. . . . . 300 Thlr
Linear-Vergrösserung: 15 bis 2500 Mal.
Das blosse Gestell mit Mahagonikasten . . . . . 120 Thlr.

B. Grosses Mikroskop (Hufeisen-Stativ). Dieses Modell ist dem vorhergehenden in der Konstruktion gleich, nur etwas kleiner.
Mit acht Objektiven: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 und 10 (Immersions-System) vier Okularen, einer Beleuchtungslinse etc. . . . . 250 Thlr.
Linear-Vergrösserung: 15 bis 2000 Mal.
Das Gestell allein incl. Kasten . . . . . 100 Thlr.

C. a. Mikroskop, mit Ausnahme der Konstruktion zum Ueberlegen, dem Modell B gleich. Drehbarer Tisch, grobe Bewegung durch Zahn und Trieb etc. Mit sieben Objektiven: 1, 3, 4, 5, 7, 8 und 9 (Immersion), vier Okularen etc. . . . . 200 Thlr.
Linear-Vergrösserung: 20 bis 1800 Mal.

b. Dasselbe mit den Objektiven: 1, 3, 5, 7 und 9 (Immersion) . . . . . 180 Thlr.
Gestell incl. Kasten . . . . . 80 Thlr.

D. a) Dasselbe Modell, nur sind die Okulare kleiner im Durchmesser. Mit fünf Objektiven: 1, 3, 5, 7 und 9 (trocken) vier Okularen etc. . . . . 130 Thlr.
Linear-Vergrösserung: 20 bis 1500 Mal.

b) Dasselbe mit vier Objektiven: 1, 4, 7 und 8 und vier Okularen . . . . 110 Thlr.
Gestell incl. Kasten . . . . . 60 Thlr.

E. a. Neues Modell, dessen Konstruktion dieselben Vortheile bietet, wie A. und B.; die grobe Bewegung durch Zahn und Trieb ausgenommen. Das Gestell ist zum Ueberlegen konstruirt. Der Tisch um seine Axe drehbar. Mit sechs Objektiven: 1, 3, 4, 5, 7 und 9 (à immersion) und vier Okularen . . . . . 120 Thlr.
Vergrösserung: 20 bis 1500 Mal.

b. Dasselbe Modell mit den Objektiven: 1, 3, 5, 7 und 9 (à immersion) . . . 110 Thlr.

c. Dasselbe mit den Objektiven: 1, 3, 5, 7 und 9 (trocken) . . . . . 95 -

d. Dasselbe mit den Objektiven: 1, 4, 7 und 8 . . . . . 80 -
Gestell incl. Kasten . . . . . 40 -

F. Kleines Modell mit festem Tisch und Zylinderdiaphragmen.

a.	mit den Objektiven: 1, 3, 5, 7 und 9 und drei Okularen	80	-
b.	- - - 1, 3, 5, 7 - 8 - - -	75	-
c.	- - - 1, 4, 7 - 9 - - -	70	-
d.	- - - 1, 4, 7 - 8 - - -	65	-
e.	- - - 1, 3, 5 - 7 - - -	60	-
f.	- - - 4, 7 - 8 - - -	60	-
g.	- - - 3, 5 - 7 - - -	56	-
h.	- - - 1, 4 - 8 - - -	55	-
i.	- - - 1, 4 - 7 - - -	50	-
k.	- - - 4 - 7 - - -	48	-
l.	- - - 3 - 5 - - -	45	-
	Gestell incl. Kasten	25	-

NB. 1. Wird dieses Modell mit drehbarem Tisch gewünscht, so erhöht dies den Preis um 10 Thlr.
2. Dasselbe Modell mit doppelt so grossem Sehfeld kostet 10 Thlr. mehr.

G. Kleines Modell mit festem Tisch und Blendscheibe

a.	mit den Objektiven: 1, 4, 7 und 8 und zwei Okularen	60	Thlr.
b.	- - - 4, 7 - 8 - - -	56	-
c.	- - - 1, 3, 5 - 7 - - -	54	-
d.	- - - 3, 5 - 7 - - -	50	-

e. mit den Objektiven 1, 4 und 8 und zwei Okularen . . . . . 46 Thlr.
f. - - - 1, 4 - 7 - - - . . . . . 42 -
g. - - - 4 - 7 - - - . . . . . 38 -
h. - - - 3 - 5 - - - . . . . . 36 -
Gestell mit Kasten . . . . . 20 -

NB. Dasselbe Modell zum Ueberlegen konstruirt erhöht den Preis um 6 Thlr.

H. Neues kleines Modell Studenten-Mikroskop), Mikrometer-Schraube am Tisch, welcher 8 Centimeter breit ist. Blendscheibe. Schiefe Spiegelstellung (Hohl- und Planspiegel),
a. mit den Objektiven: 4, 7 und 8 und zwei Okularen . . . . . 45 Thlr.
b. - - - 3, 5 - 7 - - - . . . . . 38 -
c. - - - 1, 4 - 8 - - - . . . . . 36 -
d - - - 1, 4 - 7 - - - . . . . . 30 -
e. - - - 4 - 7 - - - . . . . . 25 -
f. - - - 3 - 5 - - - . . . . . 22 -

J. Kleines Mikroskop zum Gebrauch für Schulen. Mikrometer-Schraube. Doppelspiegel. Blendscheibe.
a. Vergrösserung: 20 bis 600 Mal mit zwei Okularen . . . . . 32 Thlr.
b. - 20 - 450 - - - - . . . . . 28 -
c. - 50 - 300 - - - - . . . . . 24 -
d. - 50 - 180 - - - - . . . . . 20 -

K. Mikroskop, speziell zur Trichinen-Untersuchung konstruirt mit zwei Okularen und 3 Objektivlinsen, welche zusammen mit den Okularen vier verschiedene Vergrösserungen von 20 bis 200 Mal geben, in verschliessbarem Mahagonikasten . . . . . 12 Thlr.

L. Reise-Taschen-Mikroskop. Das Gestell ist eingeschlossen in einem Mahagonikästchen von 5″ Länge, 2″ Breite und 1½″ Höhe. Mit einem Okular und einem Objektiv 10 Thlr.

Vergrösserung: 200 Mal.

M. Einfaches Präparir-Mikroskop (simplex). Mit sechs achromatischen Objektivlinsen in zwei Systemen . . . . . 20 Thlr.

Linear-Vergrösserung: bis 40 Mal.

Einzelne Gegenstände und Nebenapparate.

Ein einfaches Okular . . . . . 3 Thlr.
Ein achromatisches Okular . . . . . 5 -
Ein Okular mit Mikrometer . . . . . 6 -
Ein Okular mit verstellbarem Glasmikrometer . . . . . 12 -
Ein bildumkehrendes Okular . . . . . 10 -
Kompressorien verschiedener Konstruktion à 5 bis . . . . . 10 -
Ein Schraubenmikrometer, 0,0001 mm. messend . . . . . 50 -
Ein Goniometer, zwei Minuten angebend . . . . . 25 -
Polarisations-Apparat . . . . . 25 -
Ein Zeichen-Apparat nach Nachet . . . . . 8 -
- - - Milne Edwards . . . . . 12 -
- - - Oberhäuser . . . . . 20 -
Ein Revolver-Apparat für 6 Objektive . . . . . 18 -
Ein solcher für 5 Objektive . . . . . 16 -
Ein solcher für 4 Objektive . . . . . 15 -
Eine achromatische Brücke'sche Stativlupe . . . . . 15 -
Achromatische Doppellupen mit Gelenkstativ . . . . . 12 -
Beweglicher Objekttisch (mittelst Schrauben) . . . . . 25 -
Beleuchtungslinse für opake Objekte ohne Stativ . . . . . 5 -
Dieselbe in verschiedener Grösse mit Stativ, 8, 10 bis . . . . . 15 -
Achromatische Doppellupen in Elfenbeinfassung à . . . . . 5 -
Dieselben in Büffelhornfassung à . . . . . 4 -

Preise der achromatischen Objektive und deren Vergrösserungen mit den Okularen

Objektiv	No 0	No. 1	No. 2	No. 3	Oeffnungswinkel	Fokus der Objektive in engl. Zollen	Preise Thlr.
1	20	35	—	—	20°	2″	5
2	45	65	—	—	25°	1″	6
3	70	100	180	—	50°	¾″	8
4	90	125	210	300	75°	½″	10
5	150	220	350	425	125°	¼″	12

Objektiv		Okulare No. 0	No. 1	No. 2	No. 3	Oeffnungswinkel	Fokus der Objektive in engl. Zollen	Preise Thlr.
6		200	300	450	550	140°	1/5″	14
7		275	375	525	650	150°	1/6″	15
8		400	550	700	900	160°	1/8″	16
9		450	700	950	1100	172°	1/10″	18
9	à immersion	500	750	1200	1500	174°	1/12″	35
10	à immersion	600	800	1350	1650	175°	1/16″	40
11	à immersion	750	1000	1500	2400	175°	1/18″	50
12	à immersion	850	1200	1800	3000	176°	1/24″	60
13	à immersion	930	1350	2250	3500	177°	1/32″	75
14	à immersion	1100	1500	2800	4000	178°	1/40″	100
15	à immersion	1400	2250	3500	5500	177°	1/50″	125

NB. 1. Alle Mikroskope sind eingeschlossen in einem sauberen, verschliessbaren Mahagonikasten.
2. Die Modelle: A, B und C haben Okulare mit grossem Durchmesser, wodurch bei diesen Mikroskopen ein extra grosses Gesichtsfeld erzielt wird.
3. Die Mikroskope: K, L, M lassen keine schiefe Spiegelstellung zu.
4. Die Objektive sind in besonderen Leder-Etuis eingeschlossen.
5. Die Immersions-Systeme werden auf Wunsch mit dem englischen Gewinde (society-screw) versehen.
6. Der Polarisations-Apparat kann nur zu den Modellen A bis F. incl. hinzugefügt werden.

No. 8.

Verzeichniss der Mikroskope von **Rudolf Wasserlein** in Berlin (Besselstrasse 16).

(1872.)

(Preise in Thalern.)

Zusammengesetzte achromatische Mikroskope.

A. 1. Mikroskop mit Hufeisenfuss und Charnier zum Umlegen des Stativ; drehbarem Tisch; feiner Einstellung am Tubus; horizontal und vertikal verstellbarem Spiegel; Tischklemmen; Zylinderblendung mit Schlittenvorrichtung und mit allseitiger Verstellbarkeit, um die Systeme des Instruments als Beleuchtungsapparat zu verwenden; Okularmikrometer 0,1 Mm., 4 Okulare, System 2, 5, 7, 9, 10. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus siebzehn Vergrösserungen von 30 bis 1800 linear. In verschliessbarem Mahagonikasten. 80 Thlr.
Dasselbe Mikroskop mit System 11 statt 10. Vergr. bis 2500. . . . . 90 Thlr.

A. Mikroskop mit Hufeisenfuss und Charnier zum Umlegen des Stativ; drehbarem Tisch; feiner Einstellung am Tubus; horizontal verstellbarem Spiegel; Tischklemmen; Blendscheibe dicht unter dem Objekte drehbar; Okularmikrometer 0,1 Mm., 3 Okulare, System 5, 7, 9. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus eilf Vergrösserungen von 50 bis 800 linear. In verschliessbaren Mahagonikasten . . . . . 50 Thlr.
Dasselbe Mikroskop mit System 10 mehr. Vergr. bis 1100 . . . . . 65 Thlr.

A. 0. Mikroskop mit Hufeisenfuss und Säule; feiner Einstellung am Tubus; horizontal verstellbarem Spiegel; Tischklemmen; Zylinderblendung mit Schlittenvorrichtung; Okularmikrometer 0,1 Mm., 3 Okulare, System 4, 7, 9. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus acht Vergrösserungen von 50 bis 800 linear. In verschliessbarem Mahagonikasten. 40 Thlr.
Dasselbe Mikroskop mit System 10 mehr. Vergr. bis 1100 . . . . . 55 Thlr.

a. 1. Mikroskop mit Hufeisenfuss; Säule; feiner Einstellung am Tubus, horizontal verstellbarem Spiegel; Blendscheibe dicht unter dem Objekte drehbar; Okularmikrometer 0,1 Mm., 2 Okulare, System 4, 7, 8. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus sechs Vergrösserungen von 45 bis 600 linear. In verschliessbarem Mahagonikasten. . . . . 30 Thlr.
Dasselbe Mikroskop mit 2 Okularen und System 4, 7. Vergr. bis 450. . 25 Thlr.

a. Mikroskop mit Trommelfuss und Säule; feiner Einstellung am Tisch; Blendscheibe

dicht unter dem Objekte drehbar; Okularmikrometer 0,1 Mm., 2 Okulare, System 4. 7. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus fünf Vergrösserungen von 60 bis 400 linear. Anleitung zum Gebrauch. In verschliessbarem Mahagonikasten . . . . . 18 Thlr.

b. I. Mikroskop mit Hufeisenfuss und Säule; feiner Einstellung am Tisch; Blendung dicht unter dem Objekte; 1 Okular, System 7. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus drei Vergrösserungen von 90 bis 300 linear. Anleitung zum Gebrauch. In verschliessbarem Mahagonikasten 12 Thlr.

Dasselbe Mikroskop mit 2 Okularen und Mikrometer. Vergrösserung bis 400 lin. 15 Thlr.

b. Mikroskop mit Trommelfuss; feiner Einstellung am Tisch; Blendung dicht unter dem Objekte; 1 Okular, System 7. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus drei Vergrösserungen von 90 bis 300 linear. Anleitung zum Gebrauch. In verschliessbarem Mahagonikasten 10 Thlr.

c. Mikroskop mit Trommelfuss; feiner Einstellung am Tisch; 1 Okular, System 6. Drei Vergrösserungen von 75 bis 200 linear. Anleitung zum Gebrauch. In Mahagonikasten mit Haken . . . . . 8 Thlr.

e. Dasselbe Stativ wie c.; 1 Okular, System 4. Zwei Vergrösserungen 50 und 100 linear. Anleitung zum Gebrauch. In Mahagonikasten mit Haken . . . . . 7 Thlr.

d. Kleines Reise- und Schul-Mikroskop (Salon-Mikroskop). Trommelkörper; Tischklemmen. Der Spiegel ist leicht zu entfernen, um das Instrument fernrohrartig zu gebrauchen 1 Okular und 1 Objektiv. Vergrösserung 70 linear. In rundem Holzetui mit Schnepper und Lederbezug . . . . . 5 Thlr.

Polarisations-Mikroskop mit Saccharimeter.

Mikroskop mit Hufeisenfuss und Säule; feiner Einstellung am Tisch; Zylinderblendung, Okularmikrometer 0,1 Mm., 2 Okulare. System 4, 7. Tubus mit Auszug zur Reduktion der Vergrösserungen auf die Hälfte. Mit ausgezogenem Tubus fünf Vergrösserungen von 50 bis 400 linear. Polarisation aus 2 Nicols bestehend; das obere Prisma mit Theilung und Nonius versehen; ausserdem 1 Beobachtungsrohr mit rechts- und linksdrehender Quarzplatte um das Stativ als Saccharimeter gebrauchen zu können. Anleitung zum Gebrauch. In verschliessbarem Mahagonikasten 35 Thlr.

Einfaches achromatisches Mikroskop.

7 Thlr.

Achromatische Linsen-Systeme.

No.	Vergrössert mit Ok. I.	Fokus der aequiv. Linse	Oeffnungs-Winkel	Preis
1	30 lin.	35 mm.	15°	2 Thlr.
2	50 -	20 -	20	4 -
3	80 -	10 -	25	4 -
4	100 -	9,5 -	30	4 -
5	150 -	6,4 -	40	6 -
6	200 -	5,1 -	60	6 -
7	250 -	4,2 -	90	7 -
8	300 -	3,4 -	115	9 -
9	400 -	2,5 -	125	12 -
10	600 -	1,6 -	140	15 -
11	900 -	1,1 -	155	25 -

System 10 hat Deckglaskorrektion, System 11 Immersion mit Korrektion.

Neben-Apparate zu Mikroskopen.

Vorrichtung zu saccharim. Messungen, bestehend aus 2 Nicols, Theilung, Beobachtungsrohr, rechts und links drehender Quarzplatte, auch zur Polarisation am Mikroskop zu benutzen, in Etui . . . . . 18 Thlr.

Heizbarer Objekttisch, nach Schultze . . . . . 10 -

Polarisation, aus 2 Nicols bestehend . . . . . 10 -

Beleuchtungsapparat nach Dujardin mit zentral abgeblendeter hemisphärischer Linse 8 Thlr.

Verstellbarer Objekttisch	10 Thlr
Goniometer	20 -
Beleuchtungslinse auf Stativ 6 Cm. Durchmesser	6 -
Beleuchtungslinse mit Zwinge und Charnier 5 Cm. Durchmesser	$3^1/_2$ -
Aplanatische Lupe in Zylinderform, in Etui, 20 linear	4 -
Aplanatische Lupe in Hornfassung, drei Vergröss. bis 20 linear	4 -
Doppellupe in Hornfassung, drei Vergröss. bis 15 linear	2 -
Doppellupe in Messingfassung, in Etui, 10 linear	1 -
Quetscher mit Doppelhebel und schwebendem Ringe, von beiden Seiten zu benutzen, in Etui	4 Thlr.
Zeichnenprisma; zur Reflektion des Bildes auf Papier, in Etui	5 -
Reversionsprisma	6 -
Dissektionsrohr	5 -
Fünf Okulare No. 0 bis 4, à Stück	2 -
Besonders lichtstarkes Okular No. 5	4 -
Okularmikrometer 0,1 Mm.	1 -
Okularmikrometer 0,05 Mm.	2 -
Doppelmesser nach Harting	$2^1/_3$ -

No. 9.

Preisverzeichniss der Mikroskope von L. Bénèche in Berlin (Grossbeerenstrasse No. 17).

(1872.)

(Preise in Thalern.)

A. Zusammengesetzte Mikroskope.

1. Hufeisenförmiger Fuss; horizontal und vertikal verstellbarer Spiegel; Schlitten, um die Blendungen zu wechseln, ohne das Objekt zu verrücken; um die Axe drehbarer grosser Tisch; Mikrometerbewegung an der Tubussäule. — System 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12. Okular 1 bis 5. Verstellbares Okularmikrometer. Kondensator. Zeichnenapparat nach Oberhäuser. Zum Umlegen. Vergrösserung bis 3000 . . . . 250 Thlr.
2. Stativ dem von 1. gleich, nur kleiner. System 2, 4, 7, 9, 10. Okular 1 bis 4. Okularmikrometer. Vergrösserung bis 1300 . . . . . 120 Thlr.
3. Hufeisenförmiger Fuss; fester Tisch; horizontal verstellbarer Spiegel; Schieber zum Wechseln der Blendung, ohne das Objekt zu verrücken; Mikrometerbewegung an der Tubussäule. — System 3, 7, 9. Okular 2, 3. Vergrösserung bis 600 . . . 55 Thlr.
   Dasselbe Mikroskop mit System 3, 7, 10. Vergrösserung bis 800 . . . . . 70 -
4. Hufeisenförmiger Fuss; horizontal verstellbarer Spiegel; Mikrometerbewegung an der Tubussäule; Scheibenblendung unterhalb des Tisches. — System 3, 7. Okular 2, 3. Vergrösserung bis 400 . . . . . 30 Thlr.
   Dasselbe Mikroskop mit System 3, 7, 8. Vergrösserung bis 500 . . . . . 10 -
   Dasselbe Mikroskop mit System 3, 7, 9 und Okular 2, 3. Vergrösserung bis 600 15 Thlr.

Kleinere Mikroskope.

5. Runder Fuss; Mikrometerbewegung am Tisch; Blendung unterhalb des Tisches; 2 Okulare; 6 Vergrösserungen bis 400 . . . . . 20 Thlr.
6. Runder Fuss; Mikrometerbewegung am Tisch; Blendung unterhalb des Tisches; 1 Okular; 3 Vergrösserungen bis 300 . . . . . 10 Thlr.

B. Hülfsapparate zu zusammengesetzten Mikroskopen.

Goniometer nach Schmidt	20 Thlr
Verstellbarer Tisch dazu	8 -
Okular mit verstellbarem Mikrometer	10 -
Polarisation (der Analysator über dem Okular)	20 -
Kondensator	5 -

Beleuchtungslinse auf Stativ, 3" Durchmesser	15 Thlr.
Beleuchtungslinse auf Stativ, 2" Durchmesser	10 -
Heizbarer Objekttisch nach M. Schultze	10 -
Objektivmikrometer 100 Th. = 1/2 Mm	3 -
Okularmikrometer 10 Th. = 1 Mm.	1 1/3 -
Kompressorium	5 -
Zeichnenprisma nach Nachet	5 -
Zeichnenapparat nach Oberhäuser mit 2 Prismen und Okular	12 -
Okulare No. 1 bis 4 à	2 -
Okular No. 5 neuester Konstruktion	4 -

Präparir-Mikroskop.

Ein Klotz mit Backen dient als Fuss; Mikrometerbewegung am Tisch, mit 3 Doublets 12 Thlr.

Lupen

von 7 bis 1 1/2 Thlr.

Preise der einzelnen Objektiv-Systeme.

System No. 1	4 Thlr.
- No. 2	6 -
- No. 3	7 -
- No. 4	8 -
- No. 5	8 -
- No. 6	10 -
- No. 7	10 -
- No. 8	10 -
- No. 9	15 -
- No. 10 (Immersion mit Korrektion)	30 -
- No. 11 (Immersion mit Korrektion)	45 -
- No. 12 (Immersion mit Korrektion)	75 -

No. 10.

Preisverzeichniss der Mikroskope des von **C. Kellner** in Wetzlar gegründeten Instituts. Nachfolger **Ernst Leitz,** vormals **Belthle und Leitz.**

(1872.)

(**Preise in Thalern.**)

A. Mikroskope.

Nr. 1.

1. Grösstes Mikroskop — Grobe Einstellung durch Zahn und Trieb, genaue Einstellung vermittelst Mikrometerschraube unter der Säule. — Tubus zum Ausziehen. — Einrichtung für Zylinderblendung mit Schlitten. — 5 Diaphragmen und eine achrom. Kondensations-Linse. — Spiegel doppelt, (konkav und plan) senkrecht und nach beiden Seiten verstellbar. — Drehung um die optische Axe.

Zu diesem Instrument gehören 1 Okularglasmikrometer, 1 Polarisationsapparat, 1 Zeichenapparat, 1 Instrumentchen zum genauen Messen der Dicke der Deckgläschen. — 1 Revolver — Objektivträger für 5 Objektive, 1 achromatische Handlupe. Okular orthoskopisch I. II. III, IV. Systeme 2, 4, 5, 6, 7, 8. Immersions-Systeme 9 und 10. Linear-Vergrösserung 20—2000 Die Systeme in besonderem Etui und das Ganze in in einem feinen Mahagonikasten . . . . . 200 Thlr.
Dasselbe Mikroskop zum Umlegen eingerichtet . . . . . 210 -

Nr. II.

2. Grosses Mikroskop. — Stativ wie bei Nr. I. Okularglasmikrometer. Zeichenapparat. Okular orthoskopisch I. II. III. IV. Systeme 2, 5, 7, 8. Immersionssystem Nr. 9. Systeme in besonderem Etui und das Ganze in einem Mahagonikasten. Linear-Vergrösserung 20—1500 . . . . . 140 Thlr.
3. Dasselbe Stativ mit Okularmikrometer, dem gewöhnlichen Okulare I. III. V. Systeme 2, 5, 7. Immersionssystem 9 . . . . . 110 Thlr.
4. Dasselbe mit System 2, 5, 7, 8. . . . . 100 -
5. Dasselbe mit System 1, 3, 7. . . . . 80 -

Nr. III.

6. Grosses Mikroskop. — Stativ konstruirt wie Nr. I., aber ohne Drehung um die optische Axe. System 2, 5, 7, 8. Okular I. III. V. Vergrösserungen 35—950 90 Thlr.
7. Dasselbe mit System 2, 4, 7. Okular I. III. V. Vergrösserungen 35—750. 70 -
8. Dasselbe mit Okular I. III. System 1, 3, 7. Vergrösserungen von 20—750 64 -

Nr. IV.

9. Mittleres Mikroskop. — Stativ mit Hufeisenfuss. Grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube unter der Säule. — Drehung um die optische Axe. Spiegel konkav und plan für schiefe Beleuchtung. Einrichtung für Zylinderblendung mit Schlitten zum Abnehmen. Okularglasmikrometer, Okular I. III. V. System 2. 5. 7. Immersions-System 9. Vergrösserungen von 30—1500. 70 Thlr.
10. Dasselbe Instrument mit den Okularen I. III. V. und Systeme 2. 5. 7. 8. Vergrösserung von 30—950 . . . . . 60 Thlr.
11. Dasselbe Instrument mit den Okularen I. III. V. und Systeme 2, 5. 7. Vergrösserung von 30—750 . . . . . 50 Thlr.

Bei diesen Mikroskopen wird auf besonderen Wunsch die Mikrometerschraube über der Säule angebracht für denselben Preis.

Nr. V.

12.* Kleines Mikroskop, neu konstruirtes Stativ feststehend mit Hufeisenfuss. Grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube unter der Säule. Zylinderblendung mit Schlitten. Spiegel konkav und plan für schiefes Licht. Okular I. III. V. System 2, 5, 7. Vergrösserungen von 35—600 . . . . . 40 Thlr.
13.* Dasselbe mit System 2, 4, 7. Okular I. u. IV. Vergrösserungen von 20—600 35 Thlr.

* Obige Mikroskope mit Stahlprisma 2 Thlr. mehr.

Nr. VI.

14. Kleines Mikroskop. — Neues verbessertes Stativ mit viereckigem Fuss. Grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube über der Säule. Spiegel konkav für schiefes Licht. System 2, 5, 7. Okular I. IV. Vergrösserungen von 35—600. . . . . 32 Thlr.
15. Dasselbe Mikroskop mit Okular-Mikrometer. System 1, 3, 7. Okular I. IV. Vergrösserungen von 20—600 . . . . . 30 Thlr.
16. Dasselbe Mikroskop mit System 3, 7. Okular I. III. Vergrösserungen von 50—500 25 Thlr.

Nr. VII.

17. Kleinstes Mikroskop. — Grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube am Tisch. System 3, 6. Okular I. III. Vergrösserungen 50—350 20 Thlr.
18. Dasselbe Mikroskop mit Okular I. III. System 3 . . . . . 15 -

Nr. VIII.

19.* Laboratorium-Mikroskop — Stativ sehr kräftig gebaut mit viereckigem (oder Hufeisenfuss), grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube auf der Säule. — Spiegel konkav für schiefes Licht. System 2, 5, 7. Okular I. III. Vergrösserungen von 35—500 . . . . . 33 Thlr.
20.* Dasselbe Mikroskop mit System 3, 7. Okular I. III. Vergrösserung von 35—500 26 Thlr.
21.* Dasselbe mit Zeichenapparat. Okular-Mikrometer . . . . . 34 Thlr.

* Obige Mikroskope mit Stahlprisma 2 Thlr. mehr.

Alle Mikroskope sind in verschliessbaren Mahagonikasten. Bei den Mikroskopen I. II. III. und IV. wird für die Systeme ein besonderes Etui beigegeben.

Neue Systeme mit grossem Oeffnungswinkel.

System		Okulare						Fokal-Abstand	Preis
		I	II			III			
[1]	[2]	0	I	II	III	IV	V		Thlr.
No. 0	No. 1	20	25	35	40	50	60	30	3
0a	- 2	35	50	60	70	85	100	17,5	6
- 1	- 3	60	75	90	100	115	140	5,5	6
- 1a	- 4	85	115	140	150	170	220	3,5	8
- 2	- 5	120	150	175	200	220	300	1,8	10
- 2a	- 6	180	220	320	350	380	500	1,45	10
- 3	- 7	250	320	450	500	650	800	1,06	11
- 3a	- 8	350	500	600	650	750	980	0,93	13
- 4	- 9	450	650	750	850	1000	1450	0,8	15
- -	- 9	Mit Korrektion							20

Immersions-Systeme mit Korrektion.

No. 8[3]	360	500	600	700	900	1100	0,93	15
- 9	450	650	750	900	1000	1500	0,7	20
- 10	600	800	1000	1300	1600	2000	0,5	30

[1] Alte Bezeichnung der Systeme und Okulare.
[2] Neue Bezeichnung der Systeme und Okulare.
[3] Immersions-System 8 ohne Korrektion.

B. Nebenapparate.

Okulare.

22. Orthoskopisches Okular I. II. III. IV. . . . . 5 Thlr.
23. Gewöhnliches Okular 0. I. II. III. IV. V. . . . . 3 -
Holosteres Okular I. II. III. . . . . 4 -

Lupen.

24. Stativlupe zum Präpariren. — Einstellung durch Trieb; Hand-Auflagen zum Abnehmen. — Doublet I. II. III. IV. Vergrösserungen von 10. 20. 30. 50 . . 20 Thlr.
25. Dieselbe Lupe mit Doublet I. II. III . . . . . 18 -
26. Kleinere Stativlupe. — Einstellung durch Schiebung. — Doublet I. II. III. Vergrösserungen von 10. 20. 30 . . . . . 12 Thlr.
27. Dieselbe mit einem Doublet, 30malige Vergrösserung . . . . . 6 Thlr.
28. Doublet I. Fokalabstand 17 Mm. Vergr. 10 Mal
29. Doublet II. - 10 - - 20 -
30 Doublet III. - 5,5 - - 30 - } . . . . . 3 Thlr.
31. Doublet IV. - 4 - - 50 -
32. Doppelte Handlupe mit 10mal. Vergr. und grossem Sehfelde . . . . . 3 Thlr.
33. Doppelte Handlupe, 12mal. Vergr. mit Etui und Griff . . . . . 3 -
34. Einfache Handlupe, 6mal Vergr. mit Etui und Griff . . . . . $2\frac{1}{2}$ -
35. Lupe nach Brücke . . . . . 8 -

Alle Doublets bestehen aus zwei achromatischen Linsen.

36. Polarisationsapparat nach Angabe von H. v. Mohl. — Polarisator 6 Mm. Durchm. Analysator 8 Mm. Durchm. Beide Prismen gefasst, der Polarisator zum Einlegen in den Tisch, der Analysator zum Aufsetzen auf die Okulare; beide Prismen um ihre Axen drehbar . . . . . 10 Thlr.
37. Polarisationsapparat mit Goniometer, nach Hartnack, verbessert mit Nonius und Fadenkreuz . . . . . 20 Thlr.
38. Derselbe Apparat mit Einrichtung als Saccharimeter und Quarzplatte, rechts und links drehend . . . . . 24 Thlr.
39. Gyps- und Glimmerplättchen für mikroskopische Untersuchungen nach H. v. Mohl. 1 Kollektion von 8 Stück . . . . . 3 Thlr.
40. Heizbarer Objekttisch nach M. Schultze . . . . . 10 -
41. Mikroskop-Wärmekasten nach Sachs . . . . . 12 -
42. Photographischer Apparat nach Gerlach, zur Aufnahme mikroskopischer Photographien . . . . . 20 Thlr.
43. Universal-Indikator nach A. Schmidt, zum raschen und sichern Auffinden bestimmter Objekte . . . . . 2 Thlr.
44. Instrumentchen zum genauen Messen der Dicke der Deckgläser, $1/150$ Mm. Unterschied in der Dicke angebend . . . . . 3 Thlr.

45. Gitter-Mikrometer, von $^1/_4$ □Mm. an, zur Kontrollirung des ebenen Sehfehldes 3 Thlr.
46. Feuchte Kammer nach Recklinghausen . . . . . 1 -
47. Goniometer, um die Winkel der mikroskopischen Krystalle zu messen . . 12 -
48. Revolver-Objektivträger für 5 Objektive . . . . . 10 -
49. Okularglasmikrometer mit Fassung zum Einlegen, ganze Länge der Theilung $2^1/_2$ Mm., 1 Mm. in 10 Theilen . . . . . $1^1/_2$ Thlr.
50. Okularglasmikrometer, 1 Mm. in 20 Theile . . . . . 2 -
51. Mikrometerokular, orthoskopisch, der Mikrometer fest in der Blende gefasst $6^1/_2$ -
52. Mikrometerokular, gewöhnlich, der Mikrometer fest in der Blende gefasst $4^1/_2$ -
53. Objektivmikrometer in Etui, 1 Mm. in 100 Theile . . . . . 3 -
54. Zeichenprisma nach Hartnack . . . . . 10 -
54a. Zeichenprisma nach Doyère und Milne-Edwards . . . . . 8 -
55. Beleuchtungsapparat nach Harting . . . . . 15 -
56. Beleuchtungslinse, plankonvex, als Ersatz für schiefes Licht, mit zentraler Bedeckung der Planfläche . . . . . 1 Thlr.
57. Beleuchtungslinse auf Stativ, 3″ Durchm. . . . . 11 -
58. Beleuchtungslinse auf Stativ, $2^1/_2$″ Durchm. . . . . 10 -
59. Beleuchtungslinse auf Stativ, $1^1/_2$″ Durchm. . . . . 7 -
60. Kondensator achromatisch . . . . . 5 -
61. Einrichtung zum Horizontalsehen, bestehend aus einem rechtwinkeligen Prisma mit Knie, auf den Tubus aufzustecken . . . . . 10 Thlr.
62. Kompressorium . . . . . 6 -

No. 11.

Preisverzeichniss der Mikroskope von **Bruno Hasert** in Eisenach.

(1867.)

(Preise in Thalern.)

Grosses Stativ mit Drehtisch für gerade und schiefe Beleuchtung, mit achromatischer Kondensations-Linse für wenig schiefes Licht, mit drei Okularen und einer Beleuchtungslinse für opake Gegenstände zu . . . . . 45—50 Thlr.

Kleines Stativ mit Drehtisch für gerade und schiefe Beleuchtung, achromat. Kondensations-Linse und Beleuchtungslinse für opake Gegenstände, mit 2 Okularen . . 25—27 Thlr.

Kleines Stativ ohne Drehtisch mit Zylinder-Blendung und schiefer Beleuchtung, Beleuchtungslinse für opake Gegenstände, mit 2 Okularen . . . . . 15—17 Thlr.

A. Objektive erster Qualität von $^1/_{16}$ Zoll äquivalent Brennweite, welche ohne Immersion alle bekannten Probeobjekte vollständig lösen zu . . . . . 45 Thlr.

B. Objektive erster Qualität von $^1/_{12}$ Zoll äquivalent Brennweite, welche ebenfalls die Sechsecke auf Pleurosigma angulatum vollständig gut zeigen, sowie auch die Streifen auf Grammatophora subtilissima ohne Immersion zu . . . . . 35 Thlr.

C. Objektive erster Qualität von $^1/_5$ Zoll äquivalent Brennweite, welche ebenfalls ohne Immersion die Sechseke auf Pleurosigma angulatum gut zeigen bei jedem Licht, zu . . . . . 20 Thlr.

D. Objektive zweiter Qualität von geringeren Brennweiten, welche die Querstreifen der Schmetterlingsschuppen, und Streifungen von Pleurosigma attenuatum gut zeigen, und wo durch Abschrauben der vorderen Linse zugleich ein niedrigeres Objektiv erzielt wird, von . . . . . 8—10 Thlr.

Die Preise der vollständ Mikroskope können durch Addition der verlangten Objektive leicht gefunden werden, z. B.

Mikroskop ersten Ranges mit Objektiven A, C und D, welches 4 Objektiv-Vergrösserungen gestattet von 60—2400 linear zu . . . . . 125 Thlr.

Mikroskop mit Drehtisch, kleines Modell, mit Objektiven B und D, welche drei Objektiv-Vergrösserungen gestatten, und welches für die schwierigsten Beobachtungen ausreicht, da dasselbe 100—1500 lineare Vergrösserungen giebt, zu . . . . . 75 Thlr.

Dasselbe mit Objektiven C und D . . . . . 60—65 -

Kleines Stativ ohne Drehtisch mit Objektiv C und D, welches zu den meisten Beobachtungen völlig ausreicht. Vergrösserung 600—700, zu . . . . . 36—50 -

Das kleine Mikroskopstativ mit zwei Okularen und einem Objektiv, dessen vordere Linse abschraubt und so ein zweites niederes Objektiv bildet, mit Vergrösserungen bis zu 400, zu . . . . . 25—27 Thlr.

NB. Die besten Objektivsysteme werden ohne Immersion gebraucht, geben nebelfreie klare Bilder, und die stärksten bedürfen keiner Korrektion für Deckglasdicken.

Von allen obigen Instrumenten sind immer einige vorräthig.

No. 12.

Preisverzeichniss der Mikroskope von R. Winkel in Göttingen. (1873.)

(Preise in Thalern.)

I. Stative.

No. 1a. Grosses Stativ mit schwerem hufeisenförmigen Fuss, drehbarem mit Gradtheilung und Nonius versehenem Tisch, der durch Schraubenvorrichtung genau in die Tubusaxe eingestellt, und zum Winkelmessen (mikroskopischer Krystalle etc.) benutzt werden kann. Blendapparat mit Zylinderverschiebung. Plan- und Hohlspiegel seitlich wie hoch und tief zu stellen. Der Obertheil des Instruments ist zum Umlegen eingerichtet, so dass der Tubus bis zur horizontalen Lage geneigt und in jeder Stellung festgeklemmt werden kann. Grobe Tubuseinstellung mittelst Triebwerk, feine durch Mikrometerschraube, deren Kopf mit einem 40 mm. grossen in 100 Theile eingetheilten Kreise versehen ist, welcher einen Verstellungsunterschied von $^1/_{400}$ mm. direkt ablesen lässt . . . . . 80 Thlr.

- 1b. Dasselbe mit festem viereckigem Tisch (90 mm. breit). Grobe Einstellung des Tubus durch Verschiebung in federnder Hülse, die zur Feststellung mit einer Klemmschraube versehen ist. Im Uebrigen wie No. 1a . . . . . 58 Thlr.

- 2a. Hufeisenförmiger Fuss, fester viereckiger Tisch, Blendapparat mit Zylinderverschiebung und Schlittenauszug. Obertheil des Instruments zum Umlegen. Feine Einstellung des Tubus durch Mikrometerschraube, die auch, wie bei Stativ No. 1 als Schraubenmikrometer für Objektdicken dient. Grobe Einstellung mittelst Hebelrades, welches in der festen (nicht federnden) Stativhülse eine besondere Verschiebungshülse auf und nieder bewegt. In dieser ist der Tubus frei verstellbar. Sowohl der Tubus nebst dessen Auszugsrohr wie die durch das Hebelrad bewegte Verschiebungshülse sind mit Theilungen und Nonius versehen. Es gestattet diese nach Listing's Angaben getroffene Einrichtung die genaue Bestimmung von Brennweiten und Kardinalpunkten bei Linsen und Linsensystemen . 66 Thlr.

- 2b. Dasselbe mit festem (nicht zum Umlegen eingerichteten) Stativ, ohne Theilungen an Tubus und Verschiebungshülse . . . . . 48 Thlr.

- 3. Schwerer Fuss in Hufeisenform. Drehbarer Tisch mit Gradtheilung und Nonius (0,1° angebend), Korrektions-Vorrichtung zur genauen Einstellung des Tisches in die optische Axe. Grobe Einstellung des Tubus durch Verschiebung, feine durch Mikrometerschraube. Der Blendapparat mit Zylinderverschiebung wird durch sogen. Bajonettverschluss unter dem Tische befestigt, an dessen Drehung er nicht Theil nimmt. Zufolge dieser Einrichtung kann bei Beobachtungen mit polarisirtem Lichte der Polarisator, das Objekt und der Analysator, jedes für sich, gedreht werden . . . . . 45 Thlr.

- 4. Der hufeisenförmige Fuss ist mit dem festen, viereckigen Tisch durch ein einseitig ausgeschweiftes Wandstück verbunden, welches die rechte Seite zur bequemen Handhabung der am untern Theil der prismat. Säule befindlichen Mikrometerschraube frei lässt. Zylinderblende mit Schlittenauszug . . . . . 32 Thlr.

- 5. Eine auf hufeisenförmigem Fuss befestigte Säule trägt den viereckigen 76 mm. breiten Tisch, unter welchem statt des Schlittenauszugs für die Zylinderblende ein mit federnder Verschiebungshülse versehener Arm mittelst Stahlschraube derartig befestigt ist, dass der Hals der letzteren als Drehaxe dient, und somit der ganze Blendapparat beim Blendenwechsel oder bei Anwendung schrägen Lichts bequem zur Seite gedreht werden kann, ohne dass seine Verbindung mit dem Stativ aufgehoben wird. Grobe Einstellung mittelst Tubusverschiebung; feine durch Mikrometerschraube an prismat. Säule . . . . . 25 Thlr.

- 6. Kleines Stativ mit rundem, gusseisernem Fuss. Tubus ohne Auszug. Feine Einstellung am Tisch, der durch eine starke Stahlfeder mit seinem an der Säule befestigten Träger verbunden ist. Statt Zylinderblende eine Diaphragmenscheibe mit 4 Oeffnungen . . . . . 11 Thlr.

- 7. Mikroskop mit grosser feuchter Kammer (200 mm. lang, 110 mm. breit, 14 mm. tief) mit verschiebbarem 225 mm. langem, 146 mm. breitem Objektträger, heizbarem Objekttisch, gasdichtem Verschluss der Kammer zum Zweck der Untersuchung durchsichtiger Theile an lebenden Thieren (Beobachtung des Froschmesenteriums, der Schwimmhaut, des zirkulirenden Blutes bei Einwirkung von Gasen etc.) . . . . . 34 Thlr.

NB. Die Kasten werden besonders berechnet mit 2 Thlr. 10 Sgr. bis 5 Thaler.
Bei sämmtlichen Stativen bis Nr. 6 inkl. ist der Spiegel für schräges Licht seitlich verstellbar.

II. Linsen-Systeme.

Objektiv No. 1.	Vergr. mit Okularen	II—V.	50—	120	mal	6	Thlr.
- - 2.	- - - -	60—	150	-	6	-
- - 3.	- - - -	80—	200	-	7	-
- - 4.	- - - -	130—	325	-	9	-
- - 5.	- - - -	220—	550	-	10	-
- - 6.	- - - -	260—	650	-	16	-
- - 7.	- - - -	330—	825	-	12	-
- - 8.	- - - -	436—1090	-	15	-
- - 9,	- - - -	550—1375	-	26	-

NB. System Nr. 9 (Brennweite = 1,95 mm bei Einstellung auf eine Deckglasdicke von 0,2 mm) hat Korrektionsfassung, die so eingerichtet ist, dass die mittlere nebst der oberen Linse gegen die untere feststehende durch eine Schraubenmutter verschiebbar ist. Gegen letztere wirkt zur Vermeidung des bei längerm Gebrauch leicht eintretenden todten Schraubenganges eine im Innern befindliche Feder. Es wird durch diese Einrichtung die Berichtigung des Systems insofern erleichtert, als bei jeder Verstellung der Mutter die Wirkung in Bezug auf die Bildschärfe eine unmittelbare ist, und — da in Folge der geringen Abstandsveränderung der untern Linse das Bild während der Vornahme der Korrektur sichtbar bleibt — der höchste Grad der Deutlichkeit d. h. die richtige Einstellung auf eine gegebene Deckglasdicke leicht ermittelt werden kann.

Für unbedeckte Objekte sowie für Deckglasdicken von 0,1, 0,2, 0,3 mm finden sich auf dem Rande der Drehmutter die entsprechenden Bezeichnungen.

Die festen Systeme von No. 1—8 inkl. sind auf die meist gebräuchliche Deckglasdicke von 0,2 mm berichtigt.

III. Okulare.

Gewöhnliche von I—V à St. . . . . 2 Thlr. 20 Sgr.
Okular mit Glas-Mikrometer $^6/_{60}$ mm. . . . . 6 -
Okular mit verstellbarem Fadenkreuz für Winkelmessungen an Stativ No. 1 und 3 6 Thlr. 20 Sgr.
Okular mit kleinem über der Okularlinse befindlichen in vertikaler Ebene drehbarem Prisma zum bequemen Einsehen in jeder bis zur horizontalen Richtung, zugleich als Zeichenapparat zu benutzen . . . . . 8 Thlr.

IV. Nebenapparate.

Achromat. Kondensor . . . . . 2 Thlr. 15 Sgr.
Polarisations-Apparat . . . . . 18—22 Thlr.
Zeichnenprisma nach Oberhäuser . . . . . 14 Thlr.
Kompressorium . . . . . 4 Thlr.

No. 13.

Preisverzeichniss des optischen Institus von **H. Schröder** in Hamburg (Holländischer Brook 31).

(1 Mark Hamb. Cour. = 12 Sgr.)

A. Mikroskope.

Stative in Kasten von Mahagoni.

1. Runder Fuss, runder Tisch, gerades und schräges Licht, Hohl- und Plan-Spiegel, grobe Stellung aus freier Hand, feine Stellung durch eine federnde Platte nach Mohl, drehbare Blendscheibe. . . . . 30 Mk. = 12 Thlr.
2. Hufeisenförmiger Fuss, grosser ovaler Tisch, gerades und schräges Licht, Hohl- und Planspiegel, grobe Stellung durch Trieb, feine Stellung durch eine federnde Platte nach Mohl, drehbare Blendscheibe . . . . . 50 Mk. = 20 Thlr.
3. Runder Fuss, runder drehbarer Tisch, gerades und schräges Licht, Hohl- und Planspiegel, grobe Stellung durch Trieb, feine Stellung durch Mikrometerschraube, Blendungen von unten zu wechseln . . . . . 100 Mk. = 40 Thlr.
4. Dreifuss, runder drehbarer Tisch, gerades und schräges Licht, Hohl- und Planspiegel, grobe Stellung durch Trieb, feine Stellung durch Mikrometerschraube, das ganze Instrument zwischen zwei Axen beweglich zum Neigen, Blendungsvorrichtung an einen Schlitten befestigt unter dem Objekttisch . . . . . 150 Mk. = 60 Thlr.

B. Okulare.

1. Gewöhnliche, aus 2 Plankonvex-Linsen No. 1, 2, 3, pr. Stück 7 Mk. 8 Sch. = 3 Thlr.
2. Orthoskopische, aus 1 Bikonvex-Linse und 1 Achromaten No. 1, 2, 3, 4, pr. Stück 15 Mk. = 6 Thlr.

3. Aplanatische, aus 2 Achromaten, No. 1 und 2, pr. Stück . . . . . 25 Mk. = 10 Thlr.
4. Aufrichtende (orthoskopische) zum Präpariren, - . . . . . 25 - = 10 -

C. Systeme.

No. 1, bestehend aus 2 durch ein Rohr getrennten Achromaten. Aequivalent $^1/_2$" par. 15 Mk. = 6 Thlr.

Dialytische Systeme.

No. 1. Aequivalent $^1/_4$" par. . . . . 35 Mk. = 11 Thlr.
- 2. - $^1/_8$" - . . . . . 35 - = 11 -
- 3. - $^1/_{12}$" - . . . . . 42 Mk. 8 Sch. = 17 -
- 4. - $^1/_{16}$" - . . . . . 50 Mk. = 20 -

Diese Systeme zeichnen sich durch sehr schöne, helle und scharfe Bilder vor der gewöhnlichen älteren Konstruktion aus.

Immersionslinsen,

die durch einen Tropfen Wasser auf dem Deckglase mit dem Objekt verbunden werden, ausserdem eine Schraube zur Einstellung der Korrektion für verschiedene Deckglasdicken besitzen.

No. 1. Aequivalent $^1/_8$" (etwas stärker wie Oberhäuser's No. 7) zeigt bei gerader Beleuchtung, ohne Kondensor, bei Pleurosigma angulatum Streifung, Abstand $^5/_4$ bis $1^1/_2$ Mm. Oeffnungswinkel 150° . . . . . 50 Mk. = 20 Thlr.
- 2. Aequivalent $^1/_{12}$". Oeffnungswinkel 160° . . . . . 65 - = 26 -
- 3. - $^1/_{16}$". - 175° . . . . . 80 - = 32 -

D. Nebenapparate.

1. Lieberkühn'scher Spiegel zu No. 1 . . . . . 15 Mk. = 6 Thlr.
2. Zwei kleine Polarisationsprismen, gefasst . . . . . 15 - = 6 -
3. Zeichnenprisma, gleichzeitig . . . . . 15 - = 6 -
4. - nach Nachet . . . . . 17 Mk. 8 Sch. = 7 -
5. Okularmikrometer = 1 Centimeter in 100 Theile . . . . . 7 - 8 - = 3 -
6. Schraubenmikrometer . . . . . 75 Mk. = 39 -

Beleuchtungslinsen, Kondensor, Quetscher etc., je nach der Grösse, Vollständigkeit und Eleganz zu verschiedenen Preisen.

Alle zu einem Instrument ausgesuchten Theile werden ohne Erhöhung des Preises in einen Kasten vereinigt.

Ferner werden alle in das Gebiet der Optik fallenden Arbeiten auf Bestellung angefertigt.

No. 14.

Verzeichniss der Mikroskope aus dem optischen Institute von S. Plössl & Comp. in Wien.

(1871.)

Fabrik: Wieden, Theresianumgasse No. 12.

Niederlage: Stadt, Rauhenstein- u. Himmelpfortgasse 7.

(Preise in Gulden.)

Komplete Mikroskope.

1. Grosses zusammengesetztes Mikroskop, dessen Tubus durch Triebwerk gegen den feststehenden, mit Glas belegten Objekttisch bewegt wird, mit einer Mikrometerschraube zur höchst feinen Einstellung bei den starken Vergrösserungen, auf messingenem Postamente, bei welchem sich auf einem Arme das Mikroskop in seiner Axe bewegen lässt. Der Objekttisch mit zwei Klammern für Objektträger aller Art, einen gläsernen Konkav-Spiegel zur transparenten Beleuchtung auf einem beweglichen Doppelarme, um auch unter einem jeden beliebigen Winkel beleuchten zu können. Vorrichtung für Zylinderblendung mit Schlitten. Das Instrument, versehen mit sechs achromatischen Objektivlinsen und einem scharfen Linseneinsatz, der so eingerichtet ist, das derselbe

mit und ohne Deckgläschen gebraucht werden kann, und drei Okularen, mit welchen die Vergrösserungen von 25- bis zu 600mal linear, oder 625- bis 360,000mal nach der Fläche, mit vollständiger Klarheit und Schärfe erzielt werden. — Dazu ein sphärisches Beleuchtungs-Prisma (nach Selligue) mit Bewegung zur Beleuchtung opaker Objekte, eine grosse Lichtverstärkungslinse (bei Lampenlicht anzuwenden), auf besonderem Fusse zur Verstärkung der Beleuchtung bei stärkeren Vergrösserungen sowohl transparenter als opaker Objekte, ein konkaves Glas für Flüssigkeiten, sechs Objektträger eine Wilson'sche Lupe, dazu noch zwei auf Glas getheilte Mikrometer mit Theilungen der Wiener Duodezimal-Linie in 30 und 60 Theile, oder des Millimeter in 25 und 50 Theile, in messingener Fassung, welche in das Okular 2 einzuschieben und mittelst einer daran angebrachten Schraube zum Einstellen für das Auge vorgerichtet sind. Alles in einem mit Sammet gefütterten, polirten Holzkasten mit Schloss . . . 210 fl.

2. Dasselbe Instrument mit Vorrichtung zum Messen der Objekte bis auf 0,00001 Par. Zoll linear mittelst Mikrometerschraube nach Fraunhofer . . . . . 300 fl.

3. Mittleres zusammengesetztes Mikroskop, ganz dieselben Vortheile bietend, wie No. 1, nur kleiner . . . . . 200 fl.

4. Mittleres zusammengesetztes Mikroskop, dessen Tubus durch Triebwerk gegen den feststehenden, mit Glas belegten Objekttisch bewegt wird, mit einer Mikrometerschraube zur feinen Einstellung bei starken Vergrösserungen. Der Objekttisch mit zwei Klammern für Objektträger jeder Art, einem gläsernen Konkav-Spiegel auf einem beweglichen Doppelarme, um auch unter jedem beliebigen Winkel beleuchten zu können. Vorrichtung für Zylinderblendung mit Schlitten. Das Instrument, versehen mit drei achromatischen Objektivlinsen und einem scharfen Linseneinsatz, der so eingerichtet ist, dass derselbe mit und ohne Deckgläschen gebraucht werden kann, drei Okulare, mit welchen man Vergrösserungen von 25- bis 600mal linear erhält. Dazu eine Beleuchtungslinse mit Bewegung für opake Objekte, ein konkaves Glas für Flüssigkeiten, sechs Objektträger, eine Wilson'sche Lupe, zwei auf Glas getheilte Mikrometer mit Theilungen des Millimeter in 25 und 50 Theile, in messingener Fassung, welche in das Okular 2 einzuschieben und mittelst einer daran angebrachten Schraube zum Einstellen für das Auge vorgerichtet sind. Alles in einem mit Sammet gefütterten, polirten Kasten mit Schloss . . . . . 130 fl.

5. Kleines Mikroskop, grobe Einstellung durch Tubusschiebung, feine durch Mikrometerschraube am Tisch; Beleuchtung durch Konkavspiegel, gerad- und schiefstellbar, gewöhnliche drehbare Blendscheibe. Dazu ein neues Objektivsystem C und zwei Okulare; gewährt eine 60- und 120malige Vergrösserung. In elegantem polirtem Holzkästchen . . . . . 52 fl.

6. Kleines Mikroskop, ganz wie No. 5, mit Objektivsystem E, mit einer 180- und 360-maligen Vergrösserung . . . . . 64 fl.

7. Kleines Mikroskop, wie No. 5, grobe Einstellung durch Zahn und Trieb mit den Objektivsystemen C und E, und zwei Okularen mit Vergrösserungen 60-, 120-, 180-, 360mal linear . . . . . 75 fl.

8. Neues kleines Arbeitsmikroskop auf rundem, messingenem Fusse, dessen Körper auf einem horizontalen Arme steht, mit einem durch Triebwerk gegen die Objektivlinsen beweglichen Objekttische mit zwei Klammern, einem beweglichen Konkavspiegel, einem konkaven Glase für Flüssigkeiten und 6 Objektträgern. Ein Okular und drei achromatische Objektivlinsen. Die Vergrösserungen gehen von 20- bis 150mal linear, welches stufenweise durch Verlängerung des Mikroskopkörpers geschieht. Dieses Mikroskop ist so eingerichtet, dass es die Objekte nicht verkehrt zeigt, also aufrechte Bilder giebt, daher man Objekte unterm Mikroskop sehr bequem zergliedern kann. Alles in einem eleganten polirten Holzkasten . . . . . 54 fl.

9. Neues grösseres Arbeitsmikroskop, dessen Körper gegen den feststehenden Objekttisch mittelst Triebwerk bewegt wird. Im Uebrigen wie No. 8. Die Vergrösserung geht bis 300mal linear . . . . . 70 fl.

10. Kleines Reisemikroskop mit einem auf dem Deckel des Kästchens aufzuschraubenden Stative, einem durch Triebwerk gegen die Linsen zu bewegenden Objekttische mit Klammern; einem Konkavspiegel mit doppelter Bewegung, Objektträger, Objektnadel und Pinzette. Dazu sechs gefasste Doppellinsen nach Wollaston, welche Vergrösserungen von 12- bis 250mal linear geben. Alles in elegantem, mit Sammet gefüttertem, polirtem Holzkästchen . . . . . 60 fl.

11. Dasselbe Mikroskop mit drei Doppellinsen . . . . . 36 fl.

12. Dasselbe Mikroskop mit sechs einfachen Linsen . . . . . 45 fl.

13. Dasselbe Mikroskop mit drei einfachen Linsen . . . . . 30 fl.

14. Mikroskop, schwerer Fuss, feststehender Tisch; grobe Einstellung durch Schieben des Tubus aus freier Hand, feine durch Mikrometerschraube; Spiegel seitwärts beweglich; Drehblende. Dazu ein Okular und ein Objektiv. Vergrösserung 500 linear. Eignet sich vorzüglich zu Untersuchungen für Seidenzucht . . . . . .

Sonnen-, Gas- und photoelektrische Mikroskope werden auf besondere Vereinbarung in jeder Grösse verfertigt.

Mikroskopische Gegenstände.

15. Okulare. Gewöhnliche Okulare 1, 2, 3, 4, 5 . . . . . à 5 fl.
Orthoskopische Okulare: 1, 2, 3, 4, 5 . . . . . à 8 -
Aplanatisches Okular . . . . . 10½ -
Vollglas-Okular . . . . . 8 -
16. Achromatische Objektive mit grossem Oeffnungswinkel
A. Kombination von 3 achromatischen Linsen mit Bezeichnung 1, 2, 3 . . . . 15 -
B. Kombination von 3 achromatischen Linsen mit Bezeichnung 4, 5, 6 . . . . 18 -
C. System ⅓" . . . . . 10 -
D. System ⅙" . . . . . 18 -
E. System 1/9" . . . . . 24 -
F. System 1/12" (mittelscharfer Einsatz) . . . . . 35 -
G. System 1/18" (starker Einsatz) . . . . . 60 -
Systeme F und G haben Korrektionsvorrichtung.
Ueber Immersions-Systeme wird in Kürze eine ausführliche Angabe versandt.
17. Objekttisch-Schraubenmikrometer . . . . . 90 fl.
18. Okularschraubenmikrometer . . . . . 60 -
19. Mikrometer-Okular . . . . . 8 -
20. Okular-Glasmikrometer . . . . . 5 -
21. Objektiv-Glasmikrometer . . . . . 6 -
22. Goniometer . . . . . 28 -
23. Goniometer mit Polarisationsapparat . . . . . 45 -
24. Polarisationsapparat: Analyseur ober dem Objektiv, Polarisateur unter dem Tisch 24 -
25. Polarisationsapparat: Analysator ober dem Okular, Polarisator unter dem Objekttisch 28 fl
26. Wollaston's Camera lucida . . . . . von 12 bis 20 -
27. Sömmerring'scher Spiegelapparat . . . . . 12 -
28. Heizbarer Objekttisch . . . . . 18 -
29. Kompressorium nach Purkinje . . . . . 15 -
30. - nach Plössl . . . . . 12 -
31. Prisma zum Horizontaleinsehen . . . . . 18 -
32. Elektrischer Entlader nach Plössl . . . . . 9 -
33. Sphärisches Beleuchtungsprisma nach Selligue . . . . . 15 -
34. Beleuchtungslinse auf Stativ . . . . . 12 -
35. Beleuchtungslinse zum Aufstecken . . . . . 10 -

Einfache Mikroskope, Lupen, Brücke'sche

(8—15 Fl.) etc.

No. 15.

Preisverzeichniss des optischen Instituts von Ludwig Möller in Giessen.

(1867.)

(**Preise in Thalern.**)

A. Preise der Mikroskope.

No. 1. Mikroskop mit geschweiftem schwerem Fuss; Bewegung des Instruments um die optische Axe, grobe Einstellung durch Trieb, feine durch Mikrometerschraube, Spiegel für schiefe Beleuchtung, Zylinder-Blendung, Okularmikrometer 0, 1 Mm., Polarisationsapparat, Zeichnungsprisma, Okular 1, 2, 3—4, System 1, 2, 3, 4; Vergrösserungen von 40—1000; in verschliessbarem Mahagonikasten . . . . 100 Thlr.
- 2. mit geschweiftem schwerem Fuss; Bewegung des Instruments um die optische Axe, grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube, Spiegel für schiefe Beleuchtung, Zylinder-Blendung, Okularmikrometer 0, 1 Mm., Okular 1, 2, 4, System 1 a, 2—3; Vergrösserungen von 40—600 . . . . 55 Thlr.
- 3. mit rundem Fuss; grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube, Spiegel für schiefe Beleuchtung, Blendenscheibe, Okularmikrometer 0, 1 Mm., Okular 1, 2, 3, System ½, 1a, 3; Vergrösserungen von 20—500 43 Thlr.
- 4 mit rundem Fuss; grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch Mikrometerschraube, Spiegel für schiefe Beleuchtung, Blendscheibe, Okular 1, 2, System ½, 1b, 3b; Vergrösserungen von 20—350 . . . . . 34 Thlr.

No. 5. mit rundem Fuss; grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch federnde Platte am Objekttisch, Spiegel für schiefe Beleuchtung, Okular 2, System 1/2, 1, 3; Vergrösserung von 20—350 . . . . . 22 Thlr.
- 6. mit rundem Fuss; grobe Einstellung durch Tubusverschiebung, feine durch federnde Platte am Objekttisch, Spiegel für schiefe Beleuchtung, Okular 2, 3, System 1a, 2; Vergrösserung von 70—200 . . . . . 18 Thlr.
- 7. Taschen-Mikroskop No. VII mit 2 Vergrösserungen von 20—150 . . . . 10 Thlr.
- 7. Demonstrations-Mikroskop mit horizontaler Stellung und künstlicher Beleuchtung. Okular II, System II . . . . . 25 Thlr.
- 9. Mikrophotographenapparat: Stellung horizontal und vertikal, Beleuchtung je nach Beschaffenheit des Objekts durch Plan-Spiegel, Planspiegel und Beleuchtungslinse oder Konkav-Spiegel und Beleuchtungslinse, Okular 1, 2, System 3 . . . 36 Thlr
Ohne Okular 1, 2 und System 3 . . . . . 18 -
- 10. Sonnen-Mikroskope von . . . . . 24—40 -

System	Okular I	Okular II	Okular III	Okular IV	Abstände vom Objekt
1/2	20	50	—	—	12 Mm.
1	50	80	100	150	5,76 -
2	80	120	170	250	1,75 -
3	160	350	450	600	1,5 -
4	300	600	700	1000	0,7 -

Sämmtliche Vergrösserungen sind mit einer Rohrlänge von 180 Mm. gemessen.

B. Einzelpreise.

Objektivsysteme.

Nr. 1/2 . . . . . 2 Thlr.
- 1a . . . . . 6 -
- 1b . . . . . 8 -
- 2 . . . . . 10 -
- 3a . . . . . 12 -
- 3b . . . . . 13 -

No. 4 . . . . . 15 Thlr.
(mit Korrektion) 17 -
- 5 Immersionslinse . . . 20 -
- 6 - - . . . 24 -
- 7 - - . . . 30 -

Okulare.

1. Einfache Okulare von 1—4 à . . . . . 3 Thlr.
2. Orthoskopische Okulare von 1—4 à . . . . . 5 -
3. Aplanatische - . . . . . 7 -
4. Bildumkehrende - . . . . . 6 -

Nebenapparate.

Polarisationsapparate . . . . . 5—18 Thlr.
Beleuchtungsapparate mit Stativ . . . . . 6— 9 -
Lieberkühn'sche Spiegel von Stahl . . . . . 6 -
Okularmikrometer 0,1 Mm. . . . . 2 -
Glasmikrometer zur Benutzung als Objektivmikrometer . . . . . 4 -
Zeichnungsapparate von . . . . . 3— 5 -
Deckgläschen von 18 Mm. Seite à 50 Stück . . . . . 1/3 -
Lupen von . . . . . 2—10 -

No. 16.

Preisverzeichniss von Powell & Lealand in London.

(170, Euston Road.)

(1865.)

(Preise in Pfd. St.)

No. 1. Grosses zusammengesetztes Mikroskop von verbesserter Konstruktion, mit einem 3/4" durch Schraube und Trieb rechtwinklig verschiebbaren und zugleich um die Axe rotirenden Objekttisch (nebst Präparatenhalter und Federklemme), welcher sehr dünn ist, um die schiefste Beleuchtung zu gestatten, sei es durch den Spiegel oder ein achromatisches Prisma, und einen graduirten Kreis besitzt, um als Gonio-

meter benutzt zu werden. Grobe und feine Bewegung des Rohrs; letzteres mit einer graduirten ausziehbaren Röhre. Sekundärer Objekttisch mit rotirender, horizontaler und vertikaler Bewegung für den Gebrauch des achromatischen Kondensor, Paraboloid etc.; getheilte Platte mit einer Linse, um als Objektfinder zu dienen, einem ansehnlichen planen und konkaven Spiegel mit doppeltem Arme; 2 Okulare . . . . . 32 Pfd. 10 Sh.

No. 2. Grosses zusammengesetztes verbessertes Mikroskop mit einem um $^3/_4$" durch Schraube und Trieb rechtwinklig verschiebbaren Objekttisch, nebst verstellbarem und rotirendem Objekthalter mit Federklemme; grobe und feine Einstellung des graduirten und ausziehbaren Rohres. Akzessorischer Objektisch mit rotirender rechtwinkliger und senkrechter Bewegung für Kondensor, Paraboloid etc.; ebener und konkaver Spiegel mit doppeltem Arme, wodurch sehr schiefes Licht auf das Objekt geleitet werden kann; 2 Okulare . . . . . 22 Pfd.

- 3. Kleineres Mikroskop in der Einrichtung dem vorigen ähnlich, mit einem um $^3/_4$" verschiebbaren Tisch, 2 Okularen, Drehscheibe und Lister's Lichtstopfer, aber ohne den sekundären Objekttisch und den doppelten Arm des Spiegels . 16 Pfd.

- 4. Tragbares zusammengesetztes Mikroskop mit $^3/_4$" Verschiebung des Tisches, einem verstellbaren und rotirenden Objekthalter nebst Federklemme; grobe und feine Bewegung, akzessorischer Tisch, ebener und konkaver Spiegel an doppeltem Arme, um sehr schiefe Beleuchtung zu erhalten; in Mahagonikasten . . . 16 Pfd 16 Sh.

- 5. Zusammengesetztes Mikroskop mit einem um $^3/_4$" durch einen Hebel verstellbaren Objekttisch, grober und feiner Bewegung, planem und konkavem Spiegel, Drehscheibe, Lister's Lichtstopfer und 2 Okularen . . . . . 10 Pfd. 10 Sh.
  Das Gestell von Eisenguss . . . . . 8 - — -

- 6. Zusammengesetztes Mikroskop mit 2 achromatischen Linsensystemen von 1 und $^1/_4$" und Oeffnungswinkel von 28 und 95°, 2 Okularen, doppeltem Spiegel, drehbarem Diaphragma und Lister's Lichtstopfer . . . . . 12 Pfd. 10 Sh.

- 7. Zusammengesetztes Mikroskop für Studirende, mit den gleichen Linsensystemen, wie No. 6, einem Okular und doppeltem Spiegel . . . . . 10 Pfd. 10 Sh.

Dissektionsstative . . . . . 3 - 3 -

Mahagonikasten für Mikroskop No. 1 . . . . . 4 - 4 -

Kasten für die Instrumente No. 2 und 3 mit Laden für Objekte . . . . . 4 - 10 -

etc. etc.

Achromatische Linsensysteme für Mikroskope.

Linsensysteme	Oeffnungswinkel	Vergrösserung mit den Okularen 1	2	3	4	5	Preise Pf.	Sh.	Lieberkühn'sche Beleuchtungs-Apparate Sh.
2"	14°	25	37	50	100	150	2	15	10
$1^1/_2$	20°	30	56	74	150	220	3	0	10
1"	30°	57	74	100	200	300	3	3	8
$^2/_3$"	32°	75	111	150	300	450	3	10	8
$^1/_2$"	70°	100	148	200	400	600	5	0	5
$^1/_3$"	80°	125	187	250	500	750	5	5	6
$^1/_4$"	95°	200	296	400	800	1200	5	5	
$^1/_4$"	130°	—	—	—	—	—	7	7	
$^1/_4$"	115°	—	—	—	—	—	8	8	
$^1/_5$"	100°	250	370	500	1000	1500	6	6	
$^1/_8$"	130°	400	592	800	1600	2400	8	8	
$^1/_{12}$"	145°	600	888	1200	2400	3600	10	10	
$^1/_{16}$"	175°	800	1184	1600	3200	4800	16	16	
$^1/_{25}$"	160°	1250	1850	2500	5000	7500	21	0	
$^1/_{50}$"	150°	2500	3700	5000	10,000	15,000	31	10	

Hierzu noch eine Menge einzelner Apparate, darunter

Wenham's stereoskopische Vorrichtung . . . . . 8 Pfd. 10 Sh

Verbesserter Kondensor mit 170° Oeffnungswinkel . . . . . 8 - 8 -

- - - 100° - . . . . . 7 - 7 -

Beleuchtungslinsen à . . . . . von 1 Pfd. 4 Sh. bis 18 - 5 -

Polarisationsapparat . . . . . 2 - 10 -

Goniometer . . . . . 3 - 3 -

Mikrometerokular . . . . . 1 - 5 -

Schraubenmikrometer . . . . . 4 - 4 -

Okulare . . . . . von 15 Sh. an.

No. 17.

Preisverzeichniss der Firma von **Thomas Ross** (Nachfolger von **Andrew Ross**), 53 Wigmore Street, Cavendish Square, London. W.

(1870.)

(Preise in Pfd. St.)

Zusammengesetzte Mikroskope.

No. 1. Zusammengesetztes grosses Mikroskop mit graduirtem drehbarem Objekttisch, einen Zoll in rechtwinkliger Richtung verschiebbar, grober und feiner Schraubenbewegung der Röhre, einer Vorrichtung, um das Instrument in jeder Stellung zu fixiren, einem akzessorischen beweglichen graduirten Objekttisch zur Aufnahme und Einstellung von Kondensor, Polarisationsapparat; 2 Okulare; doppelter Spiegel; Drehscheibe; Objekthalter und 2 Glasplatten mit Leisten . . . . . 30 Pfd.
- 2. Kleineres Stativ wie No. 1 B. mit rechtwinkliger Verschiebung der Tischplatte von $^3/_4$" . . . . . 21 Pfd.
- 2. Dasselbe ohne akzessorischen Tisch . . . . . 17 -
- 2. Stativ ohne akzessorischen Tisch, feine Schraubenbewegung des Tisches; 2 Okulare; Linsensystem von 1" und $^1/_4$" mit 25 und 100° Oeffnungswinkel, als wesentlichen Bestandtheilen eines kompleten Mikroskops . . . . . 18 Pfd. 11 Sh.
- 2. Komplizirter Tisch dazu . . . . . 1 - 10 -
- 2. Feine Schraubeneinrichtung desselben . . . . . 2 - 10 -
- 2. Akzessorischer Tisch mit Triebwerk . . . . . 4 - 10 -
- 3. Kleineres Stativ mit komplizirtem beweglichem Tisch, feiner Schraubenbewegung und 2 Okularen . . . . . 13 Pfd. 10 Sh.
- 3. Stativ mit einfachem, unbeweglichem Tische, 2 Okularen und 2 Linsensystemen 1" (von 15°) und $^1/_4$" (von 100°) . . . . . 14 Pfd. 10 Sh.
- 3. Komplizirter Tisch dazu . . . . . 4 - — -
- 3. Feine Schraubenvorrichtung desselben . . . . . 2 - — -
- 3. Akzessorischer Tisch . . . . . 4 - — -

Kasten für die Mikroskope von 7 Pfd. bis 1 Pfd. 10 Sh.

Zusammengesetztes grosses Mikroskop zur Beobachtung lebender Wasserthiere mit 4 Triebwerkseinrichtungen und 2 Okularen . . . . . 15 Pfd. — Sh.

Solches mit binokulärer Vorrichtung 21 Pfd. 12 Sh. 6 d. — 19 Pfd. 7 Sh. 6 d.

Linsensysteme.

(Die mit * bezeichneten besitzen eine Korrektionsvorrichtung.)

System	Oeffnungswinkel	Vergrösserung mit den sechs Okularen						Preise			Lieberkühn'sche Beleuchtungs-Apparate dazu		
		A.	B.	C.	D.	E.	F.	Pf.	Sh.	d.	Pf.	Sh.	d.
5"	7°	8	13	24	36	52	72	1	10	—			
4"	9°	10	16	30	45	65	90	1	10	—			
3"	12°	13	20	35	56	84	112	3	—	—			
2"	15°	20	32	55	90	135	180	3	—	—	—	17	6
$1^1/_2$"	20°	25	40	70	112	168	224	3	—	—	—	17	6
1"	15°	37	60	105	170	255	340	2	—	—	—	15	—
1"	25°	37	60	105	170	255	340	3	10	—	—	15	—
$^2/_3$"	35°	60	100	145	270	405	540	3	10	—	—	10	6
*$^1/_2$"	90°	95	153	265	420	630	840	5	5	—	—	10	6
*$^4/_{10}$"	110°	140	220	370	650	975	1300	6	6	—			
*$^1/_4$"	100°	195	310	540	850	1275	1700	5	5	—			
*$^1/_4$"	140°	195	310	540	850	1275	1700	6	10	—			
*$^1/_6$"	140°	320	510	700	910	1360	1820	7	7	—			
*$^1/_8$"	110°	420	670	900	1200	1800	2400	8	8	—			
*$^1/_{12}$"	170°	600	870	1200	2000	3000	4000	12	12	—			

Für die Systeme $^1/_8$ und $^1/_{12}$" kann noch eine andere Einrichtung geliefert werden, die an die Stelle der unteren Linse gesetzt, dieselben in Immersionssysteme verwandelt.

Immersionseinrichtung für $^1/_8$" . . . . . 2 Pfd. — Sh. — d.

- - $^1/_{12}$" . . . . . 2 - 10 - 6 -

Nebenapparate

(im Auszug.)

Wenham's binokuläre Vorrichtung einfacherer Art	5 Pfd.	5 Sh.	— d.
Dieselbe von komplizirterer Beschaffenheit	8 -	10 -	— -
Okulare A, B und C à	— -	17 -	6 -
Okulare D, E und F à	1 -	— -	— -
Kellner's orthoskopische Okulare C und D à	1 -	4 -	— -
Mikrometer-Okular	1 -	4 -	— -
Schraubenmikrometer	5 -	5 -	— -
Objekttischmikrometer	— -	6 -	— -
Camera lucida von Wollaston	1 -	14 -	— -
Polarisationsapparate von 2 Pfd. 10 Sh. an.			
Ross' achromatischer Kondensor	3 -	— -	— -
Gillett's achromatischer Kondensor	7 -	— -	— -
Paraboloid zur Beleuchtung auf dunklem Grunde	1 -	13 -	6 -
Einfache Linse mit dunklem Fleck zur Prüfung von Testobjekten	— -	7 -	6 -

---

No. 18.

Preisverzeichniss von **Smith, Beck & Beck** in London.

(31, Cornhill, E. C.)

(1859 und 1863.)

Die Instrumente sind in 3 Klassen getheilt und No. 1 (auf welche wir uns hier beschränken), die beste Qualität darstellend.

1. Verbessertes kleines Mikroskop; 3 Okulare, Systeme $^2/_3$" (30⁰) und $^1/_5$" (85⁰), Vergrösserungen 60, 105, 180, 240, 430 und 720. Bildumdrehendes Glas.
   Die Leiste, welche den Körper trägt, ist am Gestell fortgesetzt bis unter den Tisch. Dieser hat einen beweglichen Zylindereinsatz, um alle Beleuchtungsapparate leicht und sicher einstellen zu können. Die Säule welche den Körper trägt, hat ein Gelenk für schiefe Stellung, und ist auf ihrem Fusse drehbar. Der Körper hat grobe und feine Bewegung und eine graduirte Röhre. Der Tisch ist $^1/_2$ Zoll dick, und besitzt vertikale, sowie horizontale Bewegung, Drehscheibe und Klammern. Diaphragma mit drehbaren and zurückziehbaren Einsätzen. Planer und konkaver Spiegel auf beweglichem Arme. Seitliche Beleuchtungslinse, Lieberkühn'scher Apparat etc.; mit Kasten . . . . . 30 Pfd.
2. Ein ähnliches Instrument, aber mit dem Gestell des verbesserten grossen Mikroskops, mit 2 Säulen etc. . . . . 35 Pfd.
3. Verbessertes kleineres Mikroskop mit 3 Okularen, 3 Objektivsystemen $^2/_3$" (30⁰), $^4/_{10}$" (55⁰) und $^1/_5$" (100⁰) und zahlreichen Beigaben . . . . . 50 Pfd.
4. Derselbe optische Theil mit dem Stativ des grossen Mikroskops . . . . . 55 Pfd.
5. Vollständig verbessertes grosses Mikroskop mit 5 Linsensystemen, $1^1/_2$ Zoll (20⁰), $^2/_3$" 30⁰), $^4/_{10}$" 75⁰), $^1/_5$" (100⁰) und $^1/_8$" (120⁰), 3 Okularen, Vergrösserungen von 20—1300, Beleuchtungsvorrichtungen, verbessertem Kondensor, Polarisationseinrichtungen und zahlreichem Nebenapparat . . . . . 84 Pfd.
6. Neues Universal-Mikroskop (1863) mit 2 Objektivsystemen (1" und $^1/_4$") und zwei Okularen . . . . . 5 Pfd.

Einzelpreise von Linsensystemen (alle Systeme, welche stärker als $^2/_3$ Zoll sind, ausgenommen nur $^1/_4$", mit Korrektionsapparat):

2 Zoll	10⁰	1 Pf. 10 Sh. 6 d.	
$1^1/_2$ -	20⁰	3 - 10 - — -	
1 -	22⁰	2 - 10 - — -	
$^2/_3$ -	30⁰	3 - 3 - — -	
$^4/_{10}$ -	55—75⁰	5 - 4 - — -	(7 Pf. 7 Sh.)
$^1/_4$ -	75⁰	2 - 10 - — -	
$^1/_5$ -	85—100⁰	5 - 5 - — -	(6 Pf. 6 Sh.)
$^1/_8$ -	120⁰	8 - 8 - — -	

Zahlreiche Stative und Nebenapparate.

No. 19.

Preisverzeichniss der Mikroskope von **M. Pillischer** in London.

(88, New Bond Street, W.)

(1865.)

A. Preise der Gestelle ohne Objektive.

1. Verbessertes Stativ mit grober und feiner Bewegung und einem graduirten, durch ein Triebwerk ausziehbaren Rohr, beweglichem Tisch mit einer rechtwinkligen, $1^1/_4$" betragenden Bewegung, einem gleitenden und drehbaren Objekthalter und Federklemme, sekundärem Objekttisch zur Aufnahme des Kondensor. Polarisations- und andere Apparate, ebener und konkaver Spiegel, drehbare Blendung, drei Okulare . . . . . 29 Pfd.
2. Verbessertes kleineres, dem vorigen ähnliches Stativ mit 1" betragender rechtwinkliger Bewegung und 2 Okularen . . . . . 14 Pfd. 14 Sh.
3. Verbessertes Mikroskop mit einer $^3/_4$" betragenden rechtwinkligen Bewegung ohne Hülfsobjekttisch, mit 2 Okularen . . . . . 12 Pfd. 12 Sh.
4. Verbessertes Stativ mit Pillischer's Hebeltisch, sonst ganz gleich 7 Pfd 10 Sh.
5. Verbessertes ärztliches Mikroskop mit 2 Okularen, einem Objektivsystem von 1" und 25° Oeffnungsw. sowie einem $^1/_4$" System m. 80°, Beleuchtungslinse etc. 17 Pfd. 17 Sh.
6. Verbesserte Studirmikroskope von 15 Pfd. 15 Sh bis . . . . . 7 Pfd. 7 Sh.
7. Kleineres Studirmikroskop (mit der Preismedaille auf der Ausstellung von 1862 versehen), mit grober und feiner Bewegung, konkavem Spiegel und drehbarem Diaphragma, einer Beleuchtungslinse, einem Linsensysteme, welches in 3 Kombinationen, als 1, $^1/_2$ und $^1/_4$" benützt werden kann . . . . . 5 Pfd.

(Zu den Instrumenten No. 1—4 werden die Kasten mit 7 Pfd. 7 Sh. bis 1 Pfd. 10 Sh. berechnet.)

B. Preise der Linsensysteme.

Linsensysteme	Oeffnungswinkel	Vergrösserungen mit den vier verschiedenen Okularen				Preise			Lieberkühn'sche Beleuchtungs-Apparate		
		A.	B.	C.	D.	Pf.	Sh.	d.	Pf.	Sh.	d.
3"	12°	13	22	36	60	2	10	—			
2"	15°	—	35	60	90	2	10	—	—	15	6
2"	12°	20	—	—	—	1	10	—			
$1^1/_2$"	22°	28	45	75	120	2	10	—	—	15	6
1"	25°	40	65	110	175	2	10	—	—	14	0
1"	15°	—	—	—	—	1	10	—			
$^1/_2$"	80°	95	155	270	430	5	—	—	—	10	6
$^4/_{10}$"	55°	142	230	375	655	4	—	—			
$^4/_{10}$"	95°	—	—	—	—	5	—	—			
$^1/_4$"	100°	195	310	540	850	5	—	—			
$^1/_4$"	80°	—	—	—	—	3	3	—			
$^1/_6$"	130°	320	510	700	910	6	—	—			
$^1/_8$"	140°	425	675	900	1200	7	10	—			

C. Preise der Nebenapparate.

Wenham's binokuläre stereoskopische Vorrichtung mit zwei Röhren und einem Okulare	6 Pfd.	6 Sh.	— d.
Okular No. 2	—	15	6
Okular No. 4	—	17	6
Verbesserter achrom. Kondensor mit Blendungen u. Lichtstopfern	5	—	—
Amici'sches Prisma	2	2	—
Parabolischer Kondensor	1	10	—
Grosse Linse mit dunkler Mitte	—	12	6
Polarisationsapparat	2	2	—
Grosse Beleuchtungslinse	1	2	6
Camera lucida mit Prisma	—	18	—
Bildumdrehendes Okular	—	18	—

No. 20.

Preisverzeichniss von **S. Highley** in London.
(70, Dean Street, Soho Square. W.)
(1862.)

Taschenlupe mit 2 Gläsern etc. in Schildpattfassung . . . . . 12 Sh. 6 d.
Coddington's Lupe in Silber gefasst . . . . . 15 Sh. — d.
Quecket's Taschen-Lektionsmikroskop mit 3 Linsen etc. . . . . 2 Pf. 10 Sh.
Beale's klinisches Taschenmikroskop . . . . . 1 Pf. 5 Sh.
Highley's Schul-Mikroskop mit schief zu stellendem Stativ, Triebwerk etc. 2 Okularen und 2 Systemen, sonstigem Zubehör und Kasten . . . . . 5 Pf. 5 Sh.
Highley's Schul-Mikroskop für Spitäler, mit magnetischem Objekttisch, schief zu stellendem Stativ, planem und konkavem Spiegel, seitlichem Kondensor, Pinzette für den Objekttisch etc., einem System von 1" und einem anderen von $^1/_4$"; mit Kasten. Nach der Güte und dem Oeffnungswinkel der Linsensysteme im Preise wechselnd von . . . . . 12 Pf. 10 Sh. — 7 Pf. 10 Sh. 6 d.
Zubehör zu dem vorigen Instrumente, bestehend in einem zweiten Okular, einem Beleuchtungsapparat bei hellem und verdunkeltem Sehfeld, Polarisationsvorrichtung, Camera lucida, Objekttischmikrometer, Thierbehälter, Zoophytentrog etc. in Mahagonikasten . . . . . 5 Pfd.
Highley's grosses Mikroskop. Auf Brooke'schem Dreifuss ruhend, mit Triebwerkeinstellungen, Zentrirung unter dem Tisch, doppeltem Spiegel etc., alles von erster Qualität . . . . . 10 Pfd.
Beale's Demonstrationsmikroskop für Lehrer mit Linsen etc. von verbesserter Konstruktion . . . . . 3 Pfd.
Achromatische Linsensysteme; 2 Zoll (10°) 1 Pfd. 1 Sh.; 1 Zoll (15°) 1 Pfd. 1 Sh.; $^1/_4$" (75°) 1 Pfd. 11 Sh. 6 d.; 2 Zoll (12°) 1 Pfd. 11 Sh. 6 d.; 1" (25°) 2 Pfd. 10 Sh.; $^1/_4$" (80°) 3 Pfd. 3 Sh.; 2 Zoll (15°) 2 Pfd. 10 Sh.; 1" (25°) 3 Pfd. 3 Sh.; $^1/_4$" (95°) 4 Pf. 4 Sh.; $^1/_6$" (135°) 6 Pf.; $^1/_8$" (150°) 7 Pf. 7 Sh.

No. 21.

Preisverzeichniss von **Ch. Baker** in London.
(243 und 244, High Holborn.)

No. 1. Zusammengesetztes Mikroskop, grösste Form mit allen neueren Verbesserungen, zwischen zwei Säulen aufgehangen; grobe Bewegung durch Zahn und Trieb, feine durch Mikrometerschraube; besonderer durch Schrauben nach entgegengesetzten Richtungen einen Zoll weit beweglicher Objekttisch, ein gleitender und rotirender Objekthalter, akzessorischer unterer Tisch zur Aufnahme der Blendungen, Polarisations- und Kondensorvorrichtungen etc.; doppelter Spiegel, 2 Okulare. . . . . 21 Pf. — Sh. — d.
No. 1. A. Das gleiche Stativ, aber ohne den akzessorischen Tisch . . 14 - 10 - — -
No. 1. B. Stativ, nur kleiner, aber ganz gleich dem vorhergehenden . 11 - 10 - — -
No. 1. B. ohne den beweglichen Tisch . . . . . 7 - 15 - — -
No. 2. Kleineres Stativ mit beweglichem Tisch, doppelter Bewegung, Plan- und Konkavspiegel und 1 Okular . . . . . 8 Pf. 15 Sh. — d.
Dasselbe ohne den beweglichen Tisch . . . . . 6 - 15 - — -
Besondere Tische für die Gestelle No. 1. A, No. 1. B oder No. 2 von 2 - — - — -
No. 3. Binokuläres Stativ vollendeter Konstruktion mit 2 Okularen, doppeltem Spiegel, gleitendem Tisch und doppelter Bewegung zum Einstellen . . . 5 Pf. 10 Sh. — d.
Dasselbe Stativ, die Okulare durch Schraube verstellbar . . . . 6 - — - — -
Wenham's binokuläre verbesserte Einrichtung für die bisher genannten Stative 5 Pf.
Zu kleineren Studirmikroskopen . . . . . 3 Pf. 10 Sh. — d.
No. 4. Studirmikroskop, doppelte Bewegung, gleitender Objekthalter, 3 achromatische Linsen etc. in Mahagonikasten . . . . . 4 Pf. 4 Sh. — d.
No. 5. Schul-Mikroskop . . . . . 3 - 3 - — -
Mahagonikasten . . . . . von 4—1 - 12 - 6 -
Reise-Mikroskop . . . . . 2 - 5 - — -
Taschen-Mikroskop . . . . . 2 - — - — -
Einfaches Mikroskop mit 3 Linsen . . . . . 1 - 15 - — -

Linsensysteme, Vergrösserungen und Preise

System	Oeffnungswinkel	Vergrösserungen mit den verschiedenen Okularen				Preis		
		A.	B.	C.	D.	Pf.	Sh.	d.
3″	10°	17	28	41	50	1	15	—
2″	12°	25	35	58	70	1	10	—
2″	15°	25	35	58	70	1	17	6
1½″	20°	32	54	75	90	1	17	6
1″	15°	56	76	128	158	1	10	—
1″	23°	56	76	128	158	1	17	6
1″	30°	56	76	128	158	2	2	—
⅔″	35°	66	91	132	183	2	5	—
½″ mit Korr.	60°	120	168	280	387	3	—	—
½″ ohne Korr.	40°	120	168	280	387	2	10	—
4/10″ mit Korr.	70°	172	230	393	480	3	5	—
4/10 - -	95°	172	230	393	480	3	10	—
¼″ - -	75°	248	345	575	700	3	5	—
¼″ - -	95°	248	345	575	700	3	15	—
¼″ ohne Korr.	75°	225	312	445	615	2	10	—
⅛″ mit Korr.	115°	348	558	870	1050	5	5	6
⅛″ - -	125°	348	558	870	1050	6	6	—

Deutsche Linsensysteme . . . . . 1 Pf. 2 Sh. 6 d. — 1 Pf. 6 Sh.
Lieberkühn'sche Beleuchtungsapparate von . . . . . 6 — 15 Sh.
Beleuchtungslinsen von . . . . . 7 Sh. 6 d. — 15 Sh. 6 d.
Gillett's achromatischer Kondensor . . . . . 5 Pf. 5 Sh.
Neuer verbesserter Kondensor auch für das binokuläre Mikroskop verwendbar 1 Pf. 10 Sh.
Parabolischer Kondensor von . . . . . 1 Pf. 5 Sh. — 1 Pf. 10 Sh.
Derselbe mit Schraubenvorrichtung . . . . . 1 Pf. 15 Sh.
Polarisationsapparate von . . . . . 1 Pf. 5 Sh. — 1 Pf. 17 Sh. 6 d.
Okulare . . . . . 6 Sh. — 12 Sh. 6 d.
Camera lucida . . . . . 15 Sh. — 1 Pf.
Objektivmikrometer . . . . . 4 Sh. 6 d.
Okularmikrometer in Messing gefasst . . . . . 8 - 6 -
- ohne Messingfassung . . . . . 6 - — -
Kompressorium von . . . . . 6 - 6 -
Objektfinder . . . . . 4 - — -

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

QM
551
F88
1873

Frey, Heinrich
Das Mikroskop

BioMed

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY